



**KLIMA- OG
FORURENSNINGS-
DIREKTORATET**

Statlig program for forurensningsovervåking
Rapportnr. 1104/2011

Overvåking av miljøgifter i fisk og skalldyr fra Grenlandsfjordene 2010

TA
2836
2011

Utført av



Forord

Overvåkingen i Grenlandsfjordene er en del av Statlig program for forurensningsovervåking, som administreres av Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif, tidligere SFT).

Undersøkelsene finansieres av Klif og den lokale industrien (Herøya Industripark HIP, Ineos, Noretyl og Eramet Comilog).

Foreliggende rapport presenterer resultatene fra overvåking av miljøgifter i organismer fra 2010, tredje året av langtidsprogrammet 2008 - 2012. Overvåkingen er gjennomført som et samarbeidsprosjekt mellom Norsk institutt for vannforskning (NIVA) og Havforskningsinstituttet Forskningsstasjonen Flødevigen (HI), med Norsk institutt for luftforskning (NILU) som leverandører av analyser på organiske miljøgifter, og Eurofins som leverandør av analyser på tinnorganiske forbindelser.

Hovedansvarlige for de forskjellige delene av undersøkelsen har vært:

- Innsamling og opparbeiding av vevsprøver for analyse: Halvor Knutsen HI
- Analyse av fettinnhold, polyklorete dibenzofuraner/dibenzo-*p*-dioksiner og n.o.-PCB: Martin Schlabach, NILU.
- Analyse av tinnorganiske forbindelser: Eurofins
- Øvrig databearbeidelse og rapportering: Anders Ruus, NIVA; Birger Bjerkeng, NIVA; Torgeir Bakke, NIVA, og Halvor Knutsen, HI.

Kontaktperson i Klif har vært Eli Mathisen. Kontaktperson for industribedriftene har vært Sverre Olav Lie, HIP. Torgeir Bakke har vært NIVAs prosjektleder.

Oslo, september 2011

Torgeir Bakke
Forskningsleder

Innhold

1.	Sammendrag.....	7
2.	Summary.....	9
3.	Bakgrunn og målsetning.....	11
3.1	Nomenklatur.....	11
3.2	Bakgrunn.....	11
3.3	Målsetning.....	11
3.4	Kostholdsråd og omsetningsrestriksjoner	12
3.5	Utslippsforhold.....	12
3.6	Program for 2010	13
3.6.1	Miljøgifter i organismer	13
3.7	Gjennomføring	14
3.7.1	Feltarbeid	14
3.7.2	Prøveopparbeidelse	15
3.7.3	Kjemiske analysemetoder	17
3.7.4	Beregning av toksisitetsekvivalenter for klorerte organiske stoffer	17
3.7.5	Statistiske analyser	18
4.	Resultater	19
4.1	Fettinnhold	19
4.2	Polyklorerte dibenzofuraner/dibenzo- <i>p</i> -dioksiner (dioksiner).....	20
4.2.1	Tilstand 2010.....	20
4.2.2	Tidstrender for dioksinnivåer i organismer 1987-2010	21
4.3	non- <i>ortho</i> PCB	28
4.3.1	Tilstand og tidsutvikling	29
4.4	Tinnorganiske forbindelser	30
4.4.1	Tilstand 2010.....	30
4.4.2	Sammenligning med tidligere resultater	30
5.	Oppsummering og konklusjoner	33
5.1	Frierfjorden	33
5.2	Langesundsfjorden	33
5.3	Langesundsbukta og områdene utenfor	34
6.	Litteratur	35
7.	Vedleggsregister	37
7.1	Karakteristikk av prøvemateriale av organismer fra Grenlandsfjordene 2010.	38
7.2	Rådata for NILUs analyser av fettinnhold, dioksiner og n.o.-PCB i fisk og skalldyr fra Grenlandsfjordene 2010.	40
7.3	Rådata for Eurofins analyse av tinnorganiske forbindelser i prøver av organismer fra Grenlandsfjordene 2010.	65

1. Sammendrag

Bakgrunn og gjennomføring

Denne rapporten beskriver og tolker resultatene fra overvåkingen av miljøgifter i fisk og skalldyr fra fjordene i Grenlandsområdet i 2010. Overvåkingen er ledd i Statlig program for forurensningsovervåking og gjennomføres som et samarbeid mellom NIVA og HI.

Overvåking av Grenlandsfjordene har pågått siden tidlig på 1970-tallet og har i hovedsak vært rettet mot tilstandsvurdering av fjordområdene og miljøgifter i fisk og skalldyr. Store utslippsreduksjoner fra industrien ga markert nedgang i miljøgiftinnholdet i fisk og skalldyr rundt 1990, men til tross for dette er miljøgiftinnholdet i sjømat fortsatt for høyt til at Mattilsynet har kunnet oppheve gjeldende kostholdsråd. Dette gjelder særlig dioksiner.

Overvåkingen i 2010 er del av et langtidsprogram (2008-2012) med årlige undersøkelser av miljøgifter i organismer. Målsetningen er dels å bedømme utviklingen av dioksiner og andre miljøgifter i utvalgte arter av fisk og skalldyr over tid, dels å kartlegge miljøgiftforurensningen i viktige kommersielle arter. Programmet har i stor grad fulgt opp tidligere overvåking. Nye elementer i forhold til tidligere overvåking er analyse av kvikksølv i torskefilet, PBDE i torskelever og sildefilet, PFAS i torskelever, miljøgifter i bunnsediment og tilstand hos bløtbunnsfauna (for forklaring av forkortelser se kapittel 3.1).

I 2010 skulle programmet omfatte følgende analyser:

- Fettinnhold, dioksiner og n.o.-PCB i lever og filet av torsk, skallinnmat og klokjøtt av krabbe, blåskjell, filet av sjøørret og filet av makrell.
- Tinnorganiske forbindelser i lever av torsk, skallinnmat av krabbe og filet av makrell.

Makrell ble imidlertid utelatt, da det ikke var mulig å få tak i materiale.

Prøvene ble tatt fra Frierfjorden, Langesundsfjorden, Langesundsbukta og Jomfruland i perioden 15. – 22. november 2010. Dioksiner og non-*ortho* PCB, ble analysert av NILU, mens tinnorganiske forbindelser ble analysert av Eurofins.

Frierfjorden

Hovedtendensen for dioksiner og n.o.-PCB i torskelever er at det ikke har vært systematisk endring siden 2002. Det var en tilsynelatende reduksjon av dioksiner i skallinnmat av krabbe i perioden 2008-2010. Dette fortsetter en trend som har vist seg siden målingene begynte i 1988. Den gang var nivået ca. 10 ganger høyere enn i 2010.

Dioksinnivået i filet av torsk fra Frierfjorden var akseptabelt i forhold til EUs grense for dioksiner i fiskekjøtt og fiskerivarer, mens nivået i klokjøtt fra krabbe oversteg denne grensen.

Nivåene av DBT og TBT i torskelever viser en klar og jevn nedgang i perioden overvåkingen har pågått. Dette reflekterer med all sannsynlighet mindre bruk av TBT på båtskrog. Endringer i konsentrasjonene av de øvrige tinnorganiske forbindelsene har vært mer usystematiske. Nivåene av DBT og TBT i skallinnmat av krabbe var lavere enn i torskelever.

Langesundsfjorden

For de fleste undersøkte arter ligger dioksinnivåene i Langesundsfjorden lavere enn det som er funnet i Frierfjorden, men nivåene har endret seg lite over de siste 10 - 15 årene. Forskjellene mellom de to fjordene begynner etter hvert å bli liten. For torskelever og skallinnmat av krabbe er det i hovedsak svært liten forskjell i dioksiner mellom de to fjordene. Dioksinnivået i klokjøtt av hannkrabbe i Langesundsfjorden var tilsynelatende noe høyere i 2010, enn i perioden 2006-2008.

Dioksinnivået i torskefilét lå under øvre grense for dioksiner i fisk og fiskeriprodukter. Sjørret-filét tilfredstilte også grenseverdien. Dioksinnivået i sjørret har med unntak av enkelte år holdt seg stabilt på like over 2 ngTE/kg våtvekt fra ca 1997 til 2009, mens i 2010 var konsentrasjonen like under 2 ngTE/kg våtvekt. Nivåene i blåskjell fra Langesundsfjorden lå også under EUs øvre grense for dioksiner i fisk og fiskeriprodukter. Nivåene var dessuten tilsynelatende litt lavere i 2010, enn i 2009. Man bør likevel undersøke årsaken til stabilt forhøyet (i forhold til bakgrunnsnivå) dioksinnivå i blåskjell. Klokjøtt av krabbe oversteg EUs grense for dioksiner i fisk og fiskeriprodukter.

Som i Frierfjorden viste nivåene av tinnorganiske forbindelser (DBT og TBT) i torskelever en klar nedgang i perioden overvåkingen har pågått.

Langesundsbukta og områdene utenfor

Som tidligere var det en mer markert reduksjon i dioksinnivåer i torskelever fra Langesundsfjorden til utenfor Langesundsbukta enn mellom Frierfjorden og Langesundsfjorden. Både ved Såstein og Jomfruland var det en økning i dioksiner i torskelever (våtvekt) i perioden 2008-2010 slik at tendensen som helhet viser liten endring siden ca. 2002. For blåskjell fra Helgeroa og Klockartangen var nivået i 2010 det samme som i 2004, og har i perioden i mellom fluktuert rundt dette nivået. Det samme gjelder skallinnmat av krabbe fra Jomfruland.

Det relative bidraget av toksiske ekvivalenter av non-*ortho* PCB-forbindelser, sammenlignet med bidraget fra dioksiner, var høyere i torskelever fra ytre områder, enn inne i Grenlandsfjordene. Dette er også observert tidligere.

Nivåene av tinnorganiske forbindelser i skallinnmat fra krabbe fra Jomfruland var jevnt over lavere enn i Langesundsfjorden og Frierfjorden.

Det er ikke noe i resultatene som tilsier at man bør endre den framtidige overvåkingen slik det er beskrevet i langtidsprogrammet. Men man bør, som nevnt, undersøke årsaken til stabilt forhøyet (i forhold til bakgrunnsnivå) dioksinnivå i blåskjell.

2. Summary

Title: Monitoring of contaminants in fish and shellfish from the Grenland fjords, 2010.

Year: 2011

Authors: Torgeir Bakke, Anders Ruus, Birger Bjerkeng, Halvor Knutsen,

Source: Norwegian Institute for Water research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-5938-4, NIVA report no 6203-2011. Klif report TA-2836/2011.

Background

This report presents and discusses the results from the 2010 monitoring of contaminants in fish and shellfish from the fjords in the Grenland region, Telemark county, southern Norway. The monitoring is an element of the Norwegian Pollution Monitoring Programme and is performed jointly by the Norwegian Institute for Water Research and the Institute of Marine Research.

The environmental conditions in the Grenland fjords have been monitored more or less annually since the early 1970ies. The focus has been on the overall pollution state of the fjord system and on contaminants in fish and shellfish. Large reductions in the industrial effluents resulted in a strong decline in contaminant levels in fish and shellfish around 1990, but still the dioxin concentrations in seafood are too high for the Norwegian Food Safety Authority to annul present food consumption advisories.

The 2010 survey is part of a 5 years programme (2008 – 2012) with annual analyses of contaminants in organisms. The aim is partly to assess the temporal development in dioxin pollution (and other contaminants) in selected, important species of fish and shellfish, and partly to describe the contamination status in other species of commercial interest in various parts of the fjord system. The monitoring follows the basic principles of the previous programme (2004-2007), but has been extended. New elements are analysis of mercury (Hg) in cod liver, PBDE in cod liver and herring fillet, PFAS in cod liver, contaminants in sediments, and state of the sediment macrofauna community (for acronym explanations cf Chapter 3.1).

The 2010 programme was intended to comprise the following:

- Lipid content, dioxins (PCDF/PCDD) and non-*ortho* PCBs in liver and fillet of cod, hepatopaneas and muscle tissue of edible crab (*Cancer pagurus*), blue mussel, fillet of sea trout and fillet of mackerel
- Organotin compounds in liver of cod, hepatopaneas of edible crab, and fillet of mackerel.

Mackerel was, however, omitted since it was not possible to obtain the samples from this species.

The samples were collected from Frierfjorden, Langesundsfjorden, Langesundsbukta and Jomfruland during 15. - 22. November 2010. Dioxins and non-*ortho* PCB were analysed by the Norwegian Institute for Air Research (NILU), while organotin compounds were analysed by Eurofins.

Frierfjorden

There has been no systematic change in dioxins and n.o.-PCB in cod liver since 2002. There was an apparent decrease in dioxin levels in crab hepatopaneas in the period 2008 - 2010.

This is a continuation of a downward trend since the initiation of the monitoring (in 1988). In 1988, the dioxin level in crab hepatopancreas was a factor of 10 higher than at present.

The dioxin level in fillet of cod from Frierfjorden was below the upper EU limit for dioxins in fish and fishery products (foodstuffs), while the dioxin level in muscle tissue of crab was above the limit.

The levels of DBT and TBT in liver of cod show a decrease over time during the period of monitoring, most likely reflecting less use of TBT on ship hulls. The changes in concentrations of the other organotin compounds have not been equally evident. The levels of DBT and TBT in crab hepatopancreas were lower than in cod liver.

Langesundsfjorden

Most species had dioxin levels below those in corresponding samples from Frierfjorden, but the levels have not changed much during the last 10-15 years. The differences between the two fjords have gradually diminished. For dioxins in cod liver and crab hepatopancreas in general the two fjords do not differ.

The dioxin level in cod fillet was below the upper limit for dioxins in fish and fishery products (foodstuffs). The dioxin level in sea trout also complies with the EU limit. The dioxin levels in sea trout have, with the exception of specific years, been stable at slightly over 2 ngTE/kg wet weight during the years 1997 - 2009, while in 2010 the level was slightly lower than 2 ngTE/kg wet weight. The dioxin levels in blue mussel from Langesundsfjorden were also below the upper limit for dioxins in fish and fishery products (foodstuffs), while muscle of crab exceeded this limit. A study to explain the continuously elevated dioxin levels (compared to background) in blue mussel should be considered.

As in Frierfjorden, the levels of organotin compounds (DBT and TBT) in cod liver showed a decrease during the period of monitoring.

Langesundsbukta and the coastal region outside

As seen before, the differences in dioxin levels (cod liver) between Langesundsfjorden and the coastal areas were larger than the differences between Frierfjorden and Langesundsfjorden. Both at Såstein and Jomfruland the dioxin levels in cod liver (wet weight) have increased during the period 2008 - 2010, hence the tendency as a whole shows little change since ca. 2002. For blue mussel from Helgeroa and Klokkeartangen, dioxin levels in 2010 equalled those in 2004, and have fluctuated around this level in the period between. The same could be seen for crab hepatopancreas from Jomfruland.

The relative contribution of toxic equivalents from non-*ortho* PCBs, compared to the contribution from dioxins, was higher in cod liver from the outer areas, compared to inside the Grenland fjords. This has also previously been observed.

The levels of organotin compounds in crab hepatopancreas from Jomfruland were generally lower than in Langesundsfjorden and Frierfjorden.

Nothing in the 2010 monitoring results indicates the need for alterations in future monitoring, as described in the 5 year programme. However, as mentioned, a study to explain the continuously elevated dioxin levels (compared to background) in blue mussel should be considered.

3. Bakgrunn og målsetning

3.1 Nomenklatur

Følgende kortnavn er benyttet i resultatbeskrivelsene:

- Dioksiner: polyklorerte dibenzofuraner/dibenzo-*p*-dioksiner (PCDF/PCDD)
- n.o.-PCB: non-*orto* polyklorerte bifenyler
- MBT, DBT, TBT: mono-, di- og tributyltinn
- MPHT, DPhT, TPhT: mono-, di og trifenylyltinn

3.2 Bakgrunn

Overvåking av Grenlandsfjordene har pågått siden tidlig på 1970-tallet og har i hovedsak vært rettet mot tilstandsvurdering av fjordområdene og miljøgifter i fisk og skalldyr. Store utslippsreduksjoner fra industrien ga markert nedgang i miljøgiftinnholdet i fisk- og skalldyr rundt 1990, men til tross for dette er miljøgiftinnholdet i sjømat fortsatt for høyt til at man har kunnet oppheve kostholdsråd. Dette gjelder særlig dioksiner, der primærkilden var Hydros magnesiumfabrikk på Herøya som ble stengt i 2002.

3.3 Målsetning

Et flerårig program for overvåking av miljøgifter i organismer ble gjennomført i perioden 2004 – 2007 og ble etterfulgt av et nytt langtidsprogram for 2008 - 2012. I det pågående programmet videreføres tidligere målsetning:

- Å bedømme utviklingen av dioksinforurensingen i fisk og skalldyr over tid gjennom videreføring av utvalgte historiske dataserier (torsk, sjøørret, krabbe og blåskjell), for torsk også utviklingen i nivå av PCN og øvrige klororganiske forbindelser.
- Å kartlegge dioksinforurensningen i andre viktige kommersielle arter i fjordsystemet og endring av denne over tid hos bestander som har vist seg å være forurensset.

I tillegg dekker det pågående programmet følgende elementer enkelte av årene:

- Tinnorganiske forbindelser i torsk, krabbe, sjøørret sild, makrell og ål.
- Hg i torskefilet.
- Bromerte (PBDE) og fluorerte (PFAS) organiske miljøgifter i torsk og bromerte organiske miljøgifter i sild.
- Dioksiner og et utvalg andre miljøgifter i bunnsediment.
- Økologisk tilstand hos bunnfauna med hovedvekt på Frierfjordens dypområde.

Programmet har også inkludert dioksiner i bunnfauna, men fordi det ikke har vært mulig å skaffe nok egnet materiale er denne delen av overvåkingen utelatt.

Overvåkingsresultatene skal gi myndighetene grunnlag for å gi kostholdsråd med hensyn til viktige fiske- og skalldyrarter, og bidra med data for å kunne bedømme fjordsystemets miljøstatus over tid. Programmet dekker det geografiske området fra Frierfjorden og Eidangerfjorden ut til Jomfruland, med hovedinnsats på Frierfjorden og Langesundsfjorden.

3.4 Kostholdsråd og omsetningsrestriksjoner

Grenlandsfjordene er klart det best undersøkte fjordområdet i Norge i forhold til miljøgifter i organismer (Økland et al. 2005). Undersøkelsene har ført til at myndighetene har hatt godt faglig grunnlag for vurdering av kostholdsråd og omsetningsrestriksjoner. Dette vises også ved at Grenland ligger på topp i antall revurderinger av kostholdsråd og omsetningsrestriksjoner (Økland et al. 2005).

Kostholdsrådet for Grenlandsfjordene er gitt på bakgrunn av forurensning med klorerte organiske miljøgifter, særlig dioksiner, og advarselen lyder som følger (sist vurdert 2002):

Ikke spis fisk og skalldyr fra Frierfjorden og Volls fjorden ut til Brevikbroen. Spis heller ikke sjørret fisket i Skiensvassdraget, Herrevassdraget og andre mindre vassdrag som munner ut i disse eller i Frierfjorden. Ikke spis ål, sild, makrell og krabbe fanget mellom Brevikbroen og en ytre avgrensning gitt av en rett linje fra Mølen (nord for Nevlungshavn), til Såsteins søndre odde, og videre via Mejulen, Kråka og Kårsholmen til fastlandet.

Nylig har Mattilsynet for øvrig frarådet de som fisker til eget bruk fra å spise lever av fisk tatt i den norske skjærgården generelt. Unntaket er torsk som befinner seg på åpent hav. Advarselen er gitt på bakgrunn av en ny undersøkelse i 15 havner og fjorder og at det er fastsatt grenseverdi for summen av dioksiner og dioksinlignende PCB i fiskelever. Tidligere advarsel mot å spise fiskelever fra noen havner og fjorder er altså erstattet med et generelt råd til publikum.

Etter forliset av "Full City" den 31.08.2009 innførte Mattilsynet midlertidig kostholdsråd knyttet til PAH i fisk, reker og blåskjell på ytre kyst mellom Rakke og Arendal. Dette kostholdsrådet ble opphevet i mars 2010, men tilsynet fraråder fortsatt fra å spise skjell fra området på grunn av forhøyet PAH. Dette gjelder ikke områdene innover i Grenlandsfjordene.

3.5 Utslippsforhold

Kilder til dioksiner er i hovedsak en forbrenningsprosess hvor karbon, klor og eventuelt en katalysator er til stede. Produksjon av metalliske magnesiumforbindelser fører med seg en slik prosess. I 1951 startet Norsk Hydro produksjon av magnesium på Herøya. I denne prosessen ble dioksiner og også andre klororganiske forbindelser dannet som biprodukt ved klorering av magnesiumoksid for å gi vannfri magnesiumklorid. Dette førte til betydelige utslipp til Frierfjorden. Utslippene førte til høye dioksinkonsentrasjoner i økosystemet i Grenlandsfjordene, og problemene kom for alvor fram i dagen i 1986 da analyser viste høyt dioksininnhold i torsk og krabbe. Allerede i 1987 ble det innført restriksjoner på omsetning og bruk av sjømat fra fjordområdet.

Norsk Hydro gjennomførte store rensetiltak på midten av 70 tallet og i 1989/90, og det fremgår av at utslippene gikk sterkt ned som følge av disse. Bare i perioden 1989 til 1992 ble den direkte belastningen med klororganiske forbindelser redusert med over 99 % (fra noen hundre gram til ca. 1 gram TE per år). Primærkildene for dioksiner ble ytterligere redusert ved nedstenging av Hydros magnesiumfabrikk på Herøya i 2002, og helt eliminert ved stans av omsmelteanlegget, våren 2006.

Tinnorganiske forbindelser knyttes primært til utlekking fra bunnstoff på skip. Sporadisk høye nivåer i krabbe og sild i forrige program gjør at det nye programmet dekker tinnorganiske forbindelser i fet fisk.

3.6 Program for 2010

3.6.1 Miljøgifter i organismer

Overvåkingen i 2010 har fulgt det omforente langtidsprogrammet 2008 – 2012 utarbeidet av NIVA og HI i tilbud av 9. november 2007, med senere mindre justeringer. Programmet for 2010 hadde følgende elementer:

- Dioksiner og n.-o. PCB i lever av torsk, skallinnmat av krabbe, blåskjell og filet av sjørret (tidsserier)
- Dioksiner i fet og mager lever av torsk
- Dioksiner i filet av torsk.
- Dioksiner i klokjøtt av krabbe.
- Dioksiner i filet av makrell.
- Tinnorganiske forbindelser i lever av torsk.
- Tinnorganiske forbindelser i skallinnmat av krabbe.
- Tinnorganiske forbindelser i filet av makrell.

Analyse av klororganiske forbindelser og Hg i torskefilet er gjort på individuelle prøver, mens de øvrige analysene er gjort på blandprøver etter tidligere protokoll.

I tidsseriene på torsk og krabbe har langtidsprogrammet lagt vekt på hhv lever og skallinnmat siden disse vevstypene viser den største akkumulering og mest pålitelige tidstrenden. I 2006, 2007 og 2008 ble det i tillegg gjort dioksinanalyser av filetprøver fra det samme utvalget av torsk som for leverprøvene fra stasjonene i Frierfjorden, Langesundsfjorden og Jomfruland. Videre ble både klokjøtt og skallinnmat analysert i krabbepøvene fra de samme områdene. Analysene av filet og klokjøtt skal gjentas i 2010.

Innsamlingen hadde følgende avvik fra programmet:

- Makrell fra Frierfjorden og Langesundsfjorden ble utelatt da det ikke var mulig å få tak i materiale.

Tabell 1 sammenfatter det avtalte analyseprogrammet og endringer i analyseantall som følge av avvikene.

Tabell 1. Gjennomført analyseprogram for miljøgiftovervåkingen i Grenlandsfjordene i 2010. Analyseantall i parentes er i følge opprinnelig program.

Prøvetype	Sted	Antall analyser
Torsk		
Dioksiner i lever tidsserie	FLSJ	6
Dioksiner i fet/mager lever	F	2
Dioksiner i filet	FLJ	5
TBT i lever	FL	4
Krabbe		
Dioksiner i smør tidsserie	FLJ	3
Dioksiner i klokjøtt	FLJ	3
TBT i smør	FLJ	3
Blåskjell		
Dioksiner	LHK	3
Sjørret		
Dioksiner i filet, tidsserie	L	1
makrell		
Dioksiner i filet	FL	0 (2)
TBT i filet	FL	0 (2)
Sum antall vevsanalyser		2010
Dioksiner + n-o PCB		23
Tinnorganiske		7

Stedskode

F: Frierfjord
 E: Eidangerfjord
 L: Langesund
 H: Helgeroa
 S: Såstein
 K: Klokkartangen
 J: Jomfruland

3.7 Gjennomføring

3.7.1 Feltarbeid

Program

Hovedinnsamling av materiale (Tabell 2) ble foretatt på tokt med forskningsfartøyet "G.M. Dannevig" i perioden 15.11.2010 – 22.11.2010. Innsamlingsstedene er de samme som i tidligere overvåking. Nærmere detaljer om antall individer, vekt og lengde for de ulike prøvene er gitt i Vedlegg 1. Figur 1 viser kart over innsamlingsområdet med stedsangivelser for innsamlingene.

Tabell 2. Oversikt over innsamlet materiale 2010.

Art	Stasjon	Vev	Kropps- størrelse cm	Antall individer i bland- prøver	Kommentar
Torsk	Frierfjorden, 1	Lever og filet	34-63	20	
	Frierfjorden, 2	Lever og filet	31-73	20	
	Frierfjorden, 3	Lever og filet	33-62	20	
	Frierfjorden, fettrik	Lever	33-73	20	
	Frierfjorden, fettfattig	Lever	30-63	20	
	Langesundsfjorden	Lever og filet	32-48	13	
	Såstein	Lever	34-59	16	
	Jomfruland	Lever og filet	23-46	9	
Sjørret	Langesundsfjorden	Filet	28-55	20	
Blåskjell	Croftolmen	Innmat	5-7	50	
	Helgeroa	Innmat	5-8	51	
	Klokkertangen	Innmat	7-9	50	
Krabber	Frierfjorden	Skallinnmat	12-18	20	hanner
	Langesundsfjorden	Skallinnmat	12-20	20	hanner
	Jomfruland	Skallinnmat	11-18	18	hanner

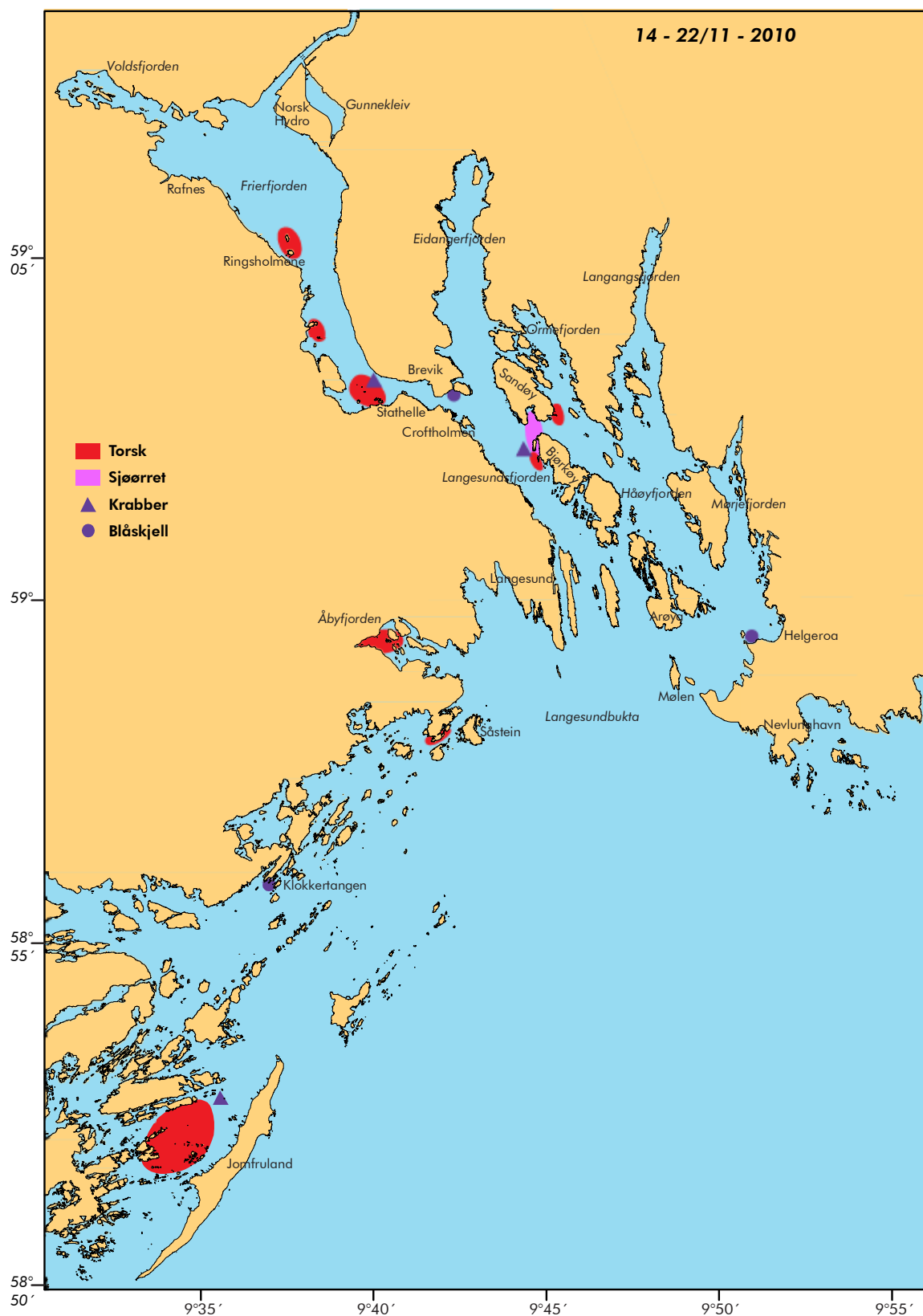
Innsamlingsmetoder

Torsk ble innsamlet med trollgarn og ruser, krabber med teiner, ørret med flytegarn og blåskjell med egnet rive.

3.7.2 Prøveopparbeidelse

Prøveopparbeidelse foregikk i hovedsak på ferskt materiale på toktet. Opparbeidede prøver ble oppbevart frosne på brente glass før analyse. Prøver av lever og filet i standardprogrammet for torsk er tatt fra de samme utvalgene av individer. Det samme gjelder prøvene av skallinnmat og klokjøtt hos krabber. Som i 2008 og 2009 ble det også analysert separate blandprøver av antatt fettfattig og fettrik torskelever fra Frierfjorden. Prøvene av fettfattig eller fettrik torskelever er tatt fra utvalgte individer i hele fiskematerialet fra Frierfjorden. Utvalget ble gjort ut fra visuell bedømmelse av levertilstand.

Alle analysene er basert på blandprøver.



Figur 1. Kart over Grenlandsfjordene og Telemarkskysten med stedsangivelser for stasjoner/områder for innsamling. Symboler og skravering angir prøvetakingsstasjoner.

3.7.3 Kjemiske analysemetoder

Dioksiner og n.o.-PCB (samt polyklorerte naftalener) er siden dioksinovervåkingen startet blitt analysert av Norsk institutt for luftforskning, NILU, etter metodikk beskrevet hos Schlabach et al (1993), Oehme et al (1994) og Schlabach et al (1995). Laboratoriet er akkreditert i henhold til ISO/IEC-17025. Metoden går i korthet utpå å homogenisere prøvene i Na₂SO₄ før ekstraksjon ved direkte eluering med sykloheksan og diklormetan. ¹³C-merkede 2,3,7,8-substituerte PCDD/PCDF tilføres som intern standard og prøvene renses vha. et multikolonnensystem med ulike typer silika, aluminiumoksid og aktivt karbon. Bestemmelse av forbindelsene gjøres så vha. gasskromatografi med høyoppløsende massespektrometri (GC/MS). En delprøve av hvert av ekstraktene ble brukt til gravimetrisk analyse av fettinnhold.

Tinnorganiske forbindelser ble analysert ved at homogeniserte prøver først ble tilsatt indre standard og deretter ekstrahert. Derivatisering ble gjort med natriumtetraetylborat. Forbindelsene ble ekstrahert med organiske løsningsmidler og heksanfasen ble rensset før analyse ved bruk av gasskromatografi og massespektrometri (GC-MS). De ulike forbindelsene ble identifisert og kvantifisert på basis av den indre standarden.

Rådata fra analysene er gitt i Vedlegg 2 og 3.

3.7.4 Beregning av toksisitetsekvivalenter for klorerte organiske stoffer

Flere halogenerte hydrokarboner gir giftighet gjennom den samme mekanismen (f.eks. PCBer og dioksiner). Det er derfor utviklet såkalte toksiske ekvivalensfaktorer (TEF) som et verktøy i risikovurdering. Disse faktorene angir størrelsesorden-estimerer på giftighet av forbindelser, i forhold til 2,3,7,8-tetraklordibenzo-*p*-dioksin (TCDD), som er den mest giftige/potente av dioksinene og er tildelt TEF-verdien 1. TEF-verdier i kombinasjon med konsentrasjoner av aktuelle forbindelser kan brukes til å kalkulere toksiske ekvivalenskonsentrasjoner TE i prøver i miljøet:

$$TE_{PCDF/PCDD} = \sum_{n1} [PCDD_i \times TEF_i] + \sum_{n2} [PCDF_i \times TEF_i] .$$

Dette er den mest vanlige måten å presentere dioksinnivåer på. I rapportene fra langtidsprogrammet er de seneste TEF-verdier (for menneske/pattedyr) for dioksinene (TE_{PCDF/PCDD}) og n.o.-PCB (TE_{n.o.-PCB}) fra WHO anvendt (Van den Berg et al. 1998). Beregningen av TE for PCN (TE_{PCN}) er etter de indikerte TEF-verdiene på 0,002 for 1,2,3,5,6,7-HxCN og 0,003 for 1,2,3,4,5,6,7-HpCN fra Hanberg et al. (1990).

Det er verdt å bemerke at WHO sine TEF-verdier ble revidert i 2005 (Van den Berg et al. 2006). Vitenskapskomiteen for mattrygghet utga i 2007 en vurdering av konsekvensene av endrete TEF-verdier for dioksiner og dioksinlignende PCB på de nåværende ekponeringen i den norske befolkning (www.vkm.no)¹. Denne viste at de nye TEF-verdiene i hovedsak ga noe reduserte TE. Det ble bemerket at forandringer i TEF, som resulterer i reduserte toksiske ekvivalenter (TE) i matvarer, ikke er ensbetydende med en redusert eksponering for absolutt-konsentrasjoner av dioksinlignende forbindelser.

¹ VKM dokument nr 07/504. "New WHO TEFs for dioxins and dioxin-like PCBs: assessment of consequence of altered TEF values for dioxins and dioxin-like PCBs on current exposure in the Norwegian population."

I foreliggende rapport benyttes de etablerte TEF-verdiene fra 1998 for å beholde sammenligningsgrunnlaget med tidligere år. Forskjellen mellom disse og de reviderte er marginale.

3.7.5 Statistiske analyser

Tidligere statistiske tidstrendanalyser er gjort av Bjerkeng og Ruus (2002, data t.o.m. 2001), Bjerkeng (2006, data til og med 2003) og Bjerkeng og Ruus (i Bakke et al, 2007, data til og med 2006). Tidstrend etter 2006 er i første rekke basert på en vurdering av de grafiske fremstillinger av tidsutvikling av TEF for dioksiner, n.o.-PCB, PCN og klororganiske forbindelser. Ny statistisk trendanalyse er planlagt igjen etter at resultatene fra 2011 er tilgjengelige.

4. Resultater

4.1 Fettinnhold

Fettinnholdet i de ulike vevstypene er vist i Tabell 3. Rådata er gitt i Vedlegg 2. Det var en klar nedadgående trend i fettinnhold i torskelever fra midt på 1990-tallet til 2006, spesielt i Frierfjorden. I perioden 2008-2010 har fettinnholdet i torskelever vært noe høyere. Det ble i hovedsak bare registrert små og usystematiske endringer i fettinnhold fra 2009 til 2010 for de øvrige artene, med følgende unntak: en halvering i fettinnholdet i krabbesmør fra Frierfjorden og en dobling i fettinnholdet i blåskjell fra Helgeroa (men fettinnholdet her var usedvanlig lavt i 2009; Bakke et al 2010).

Tabell 3 Fettinnhold (%) i vevsprøvene fra 2010, 2009 og 2008.

Arter/prøvesteder	2010	2009	2008
Torskelever			
Frierfjorden 1	14,6	21,4	14,3
Frierfjorden 2	13,5	16,1	15,8
Frierfjorden 3	17,5	14,8	17,7
<i>Frierfjorden gjennomsnitt</i>	<i>15,2</i>	<i>17,4</i>	<i>15,9</i>
Frierfjorden, fettrik lever	31,0	36,5	34,6
Frierfjorden, fettfattig lever	9,1	7,0	12,5
Langesundsfjorden	32,1	38,7	29,6
Såstein	42,1	36,6	37,2
Jomfruland	49	36,4	39,9
Sjørret			
Langesundsfjorden	1,2	1,0	1,4
Blåskjell			
Crotholmen	1,2	1,6	1,3
Helgeroa	1,4	0,7	2,0
Klokkertangen	1,1	0,9	1,0
Krabbesmør (hanner)			
Frierfjorden	4,1	10,6	8,3
Langesundsfjorden	8,5	12,5	11,0
Klokkertangen/Jomfruland	10,4	11,4	10,6

4.2 Polyklorerte dibenzofuraner/dibenzo-*p*-dioksiner (dioksiner)

4.2.1 Tilstand 2010

Hovedresultatene fra analysene av dioksiner og n.o.-PCB uttrykt som toksisitetsekvivalenter, TE, er gitt i Tabell 5. Rådata er gitt i Vedlegg 2. Gjennomsnittlig dioksininnhold i torskelever fra Frierfjorden var noe høyere enn i 2009. Områdene lenger ut viste konsentrasjoner som var sammenlignbare med 2009, dog noe lavere i Langesundsfjorden i 2010 (210 ng TE/kg våtvekt versus 327 ng TE/kg våtvekt i 2009).

Dioksininnholdet var på våtvektsbasis ikke vesentlig høyere i fettrik enn i fettfattig torskelever fra Frierfjorden. Med andre ord ble ikke samme tendens observert som i 2008-2009. (Tabell 4). På fettvektsbasis var imidlertid konsentrasjonene lavere i fettrik, enn i fettfattig lever, alle tre årene. Resultatene understøtter den statistiske tidstrendanalysen i 2006 for Frierfjorden (Bakke et al, 2007, vedlegg 1, Figur 6) som viste at når fettinnholdet ble høyere enn ca 20 % så synes dioksinnivået på våtvektsbasis i mange tilfeller å flate ut.

Tabell 4. Dioksin- og fettinnhold i hhv fettrik og fettfattig torskelever fra Frierfjorden i 2010, sammenlignet med 2009 og 2008.

Prøvetype	2010			2009		
	Dioksiner v.v. ngTE/kg	% fett	Dioksiner fett ngTE/g fett	Dioksiner v.v. ngTE/kg	% fett	Dioksiner fett ngTE/g fett
Fettrik lever	410	31	1,33	790	36,5	2,16
Fettfattig lever	396	9,1	4,34	503	7	7,19

Prøvetype	2008		
	Dioksiner v.v. ngTE/kg	% fett	Dioksiner fett ngTE/g fett
Fettrik lever	483	34,6	1,40
Fettfattig lever	333	12,5	2,66

Konsentrasjonene av dioksiner i torskefilet var omtrent på samme nivå (eller litt høyere) enn i 2008 (da filet sist ble analysert). Forholdstallet mellom TE av dioksiner i lever versus filet av torsk fra Frierfjorden var i gjennomsnitt 239:1 (fra 228:1 til 249:1). Dette er litt høyere enn tilsvarende forhold i 2007 og 2008, hvilket reflekterer en relativt sett større økning i av dioksiner i lever, sammenlignet med filet i denne perioden.

Blåskjell viste, som tidligere, en nedadgående gradient i konsentrasjoner av dioksiner med avstand fra Herøya.

Skallinnmat hannkrabber viste også en nedadgående gradient i dioksinnivå fra Frierfjorden til Langesundsfjorden, og videre til Jomfruland. Det samme kunne observeres for klokjøtt av krabbe.

I undersøkelsen i 2010 var det torskefilet fra Frierfjorden, Langesundsfjorden og Jomfruland, ørretfilet fra Langesundsfjorden, blåskjell fra Croftholmen Helgeroa og Klokkartangen, samt

klokkjøtt fra krabbe fra Klokkertangen/Jomfruland som tilfredsstilte EUs grenseverdi for dioksiner i fisk og fiskerivarer.

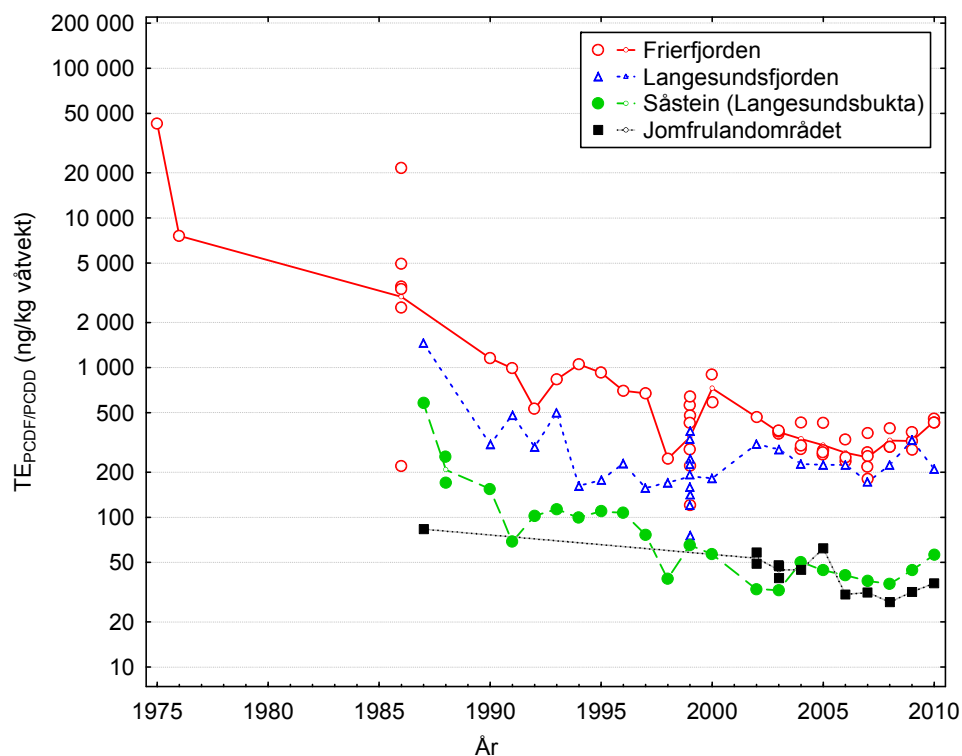
Tabell 5. Toksisitetsekvivalenter (ng TE/kg våtvekt) av dioksiner og n.o.-PCB fra 2010. Prøver markert med grønt tilfredsstiller EUs grenseverdi for dioksiner i fisk og fiskerivarer (4 ng TE/kg våtvekt, Økland et al. 2005).

Arter/prøvesteder	Dioksiner	no-PCB
Torskelever		
Frierfjorden 1	456	80,2
Frierfjorden 2	430	84,4
Frierfjorden 3	429	87,9
Gjennomsnitt av 1-3	438	84,2
Frierfjorden, fettrik lever	410	86,1
Frierfjorden, fettfattig lever	396	79,5
Langesundsfjorden	210	54,2
Såstein	56,2	28,0
Jomfruland	36,2	21,6
Torsk, filet		
Frierfjorden 1	2,00	0,39
Frierfjorden 2	1,73	0,37
Frierfjorden 3	1,79	0,44
Gjennomsnitt av 1-3	1,84	0,40
Langesundsfjorden	0,84	0,20
Jomfruland	0,16	0,07
Sjørret		
Langesundsfjorden	1,94	0,31
Blåskjell		
Croftolmen	3,30	0,31
Helgeroa	2,09	0,23
Klokkertangen	0,81	0,12
Krabbesmør (hanner)		
Frierfjorden	204	5,55
Langesundsfjorden	311	13,8
Klokkertangen/Jomfruland	43,7	4,62
Krabbe, klokkjøtt		
Frierfjorden	19,4	0,44
Langesundsfjorden	9,81	0,27
Klokkertangen/Jomfruland	1,17	0,10

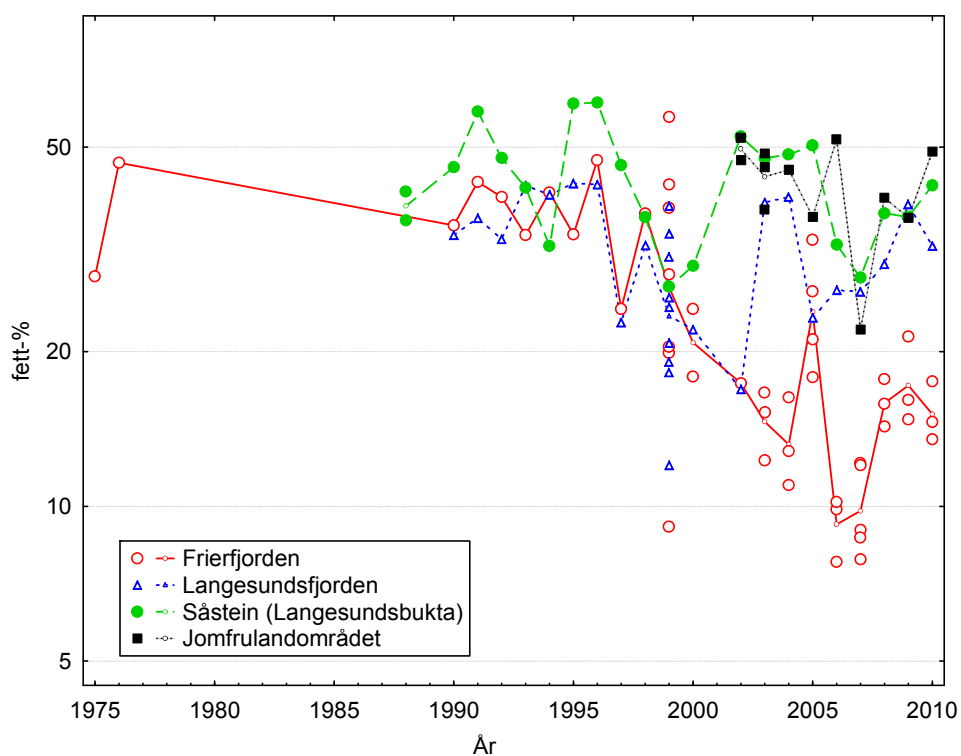
4.2.2 Tidstrender for dioksinnivåer i organismer 1987-2010

Torsk, lever

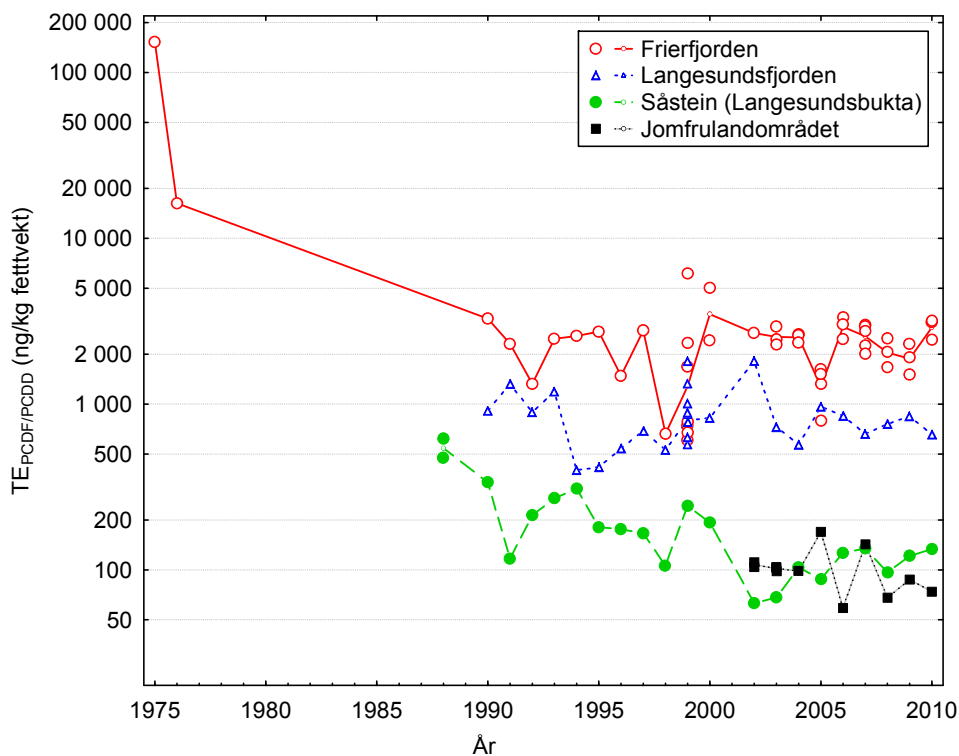
Resultatene fra 2010 på dioksiner i torskelever (Figur 2) avviker ikke nevneverdig fra det som har vært observert siden ca. år 2000. Det var en klart nedadgående trend i TE av dioksiner på våtvektbasis i perioden 2000-2007 både i Frierfjorden og ved Såstein/Jomfruland. Fra 2008 har denne trenden opphørt (eller en antydning til at den har snudd). I Langesundsfjorden har nivåene endret seg lite siden ca 1995. De nevnte trender synes å følge endringene i fettinnhold (Figur 3), da de ikke kan observeres når TE er uttrykt på fettvektbasis (Figur 4).



Figur 2. Dioksiner i torskelever på våtvektsbasis (ngTE/kg våtvekt) som funksjon av tid til og med 2010. Alle replikater er vist (men ikke "fettrik" og "fettfattig" prøve); linjene er trukket mellom gjennomsnittsverdier på log-skala, dvs. geometrisk middel på lineær skala. NB: den logaritmiske skalaen på y-aksen demper inntrykket av reduksjonen over tid.



Figur 3. Fettinnhold i torskelerver (%) som funksjon av tid til og med 2010. Alle replikater er vist (men ikke "fettrik" og "fettfattig" prøve); linjene er trukket mellom gjennomsnittsverdier.



Figur 4. Dioksiner i torskelerver på fettvektsbasis (ngTE/kg fettvekt) som funksjon av tid til og med 2010. Alle replikater er vist (men ikke "fettrik" og "fettfattig" prøve); linjene er trukket mellom gjennomsnittsverdier på log-skala, dvs. geometrisk middel på lineær skala. NB: den logaritmiske skalaen på y-aksen demper inntrykket av reduksjonen over tid.

Torsk, filet

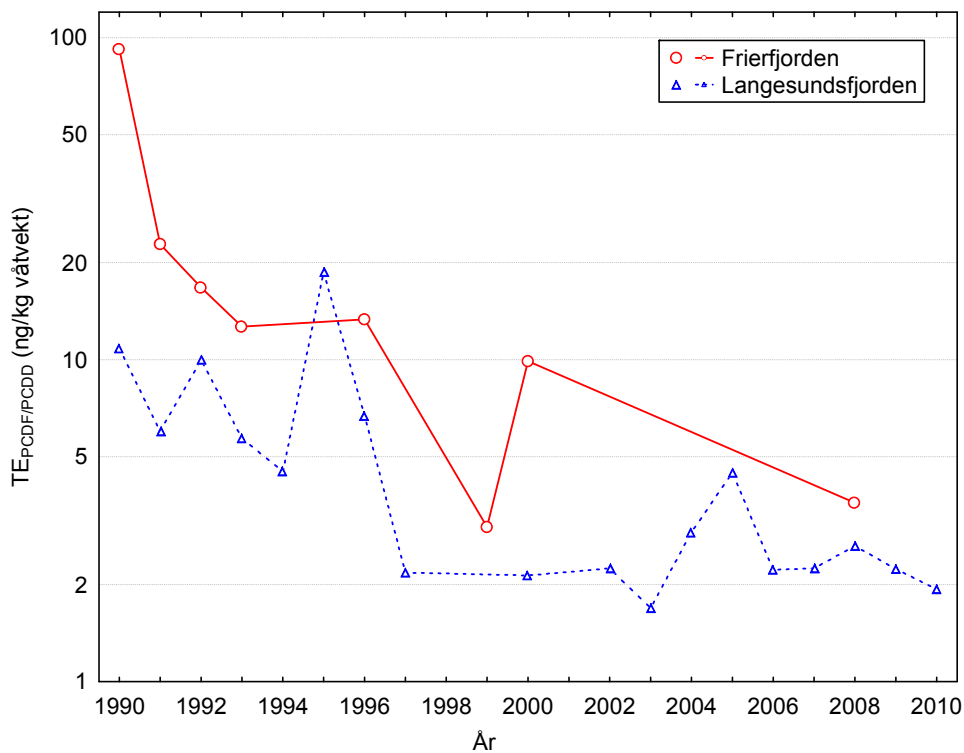
Tabell 6 viser dioksinnivå i torskfilet fra Frierfjorden, Langesundsfjorden og Jomfruland i 2010, sammenlignet med årene 2006-2008. Resultatene viser et relativt jevnt nivå over disse årene og alle nivåene ligger under grenseverdi for dioksiner i fiskekjøtt og fiskerivarer (4 ng/TE/kg våtvekt, Økland et al. 2005).

Tabell 6. Konsentrasjoner av dioksiner i torskefilet på våtvektsbasis fra Frierfjorden og Langesundsfjorden 2006-2008, samt 2010. Verdiene er angitt som ng TE/kg våtvekt.

Stasjon	2006	2007	2008	2010
Frierfjorden 1	1,78	1,68	1,47	2,00
Frierfjorden 2	1,17	1,44	1,7	1,73
Frierfjorden 3	1,31	0,78	1,53	1,79
Gjennomsnitt	1,48	1,30	1,57	1,84
Langesundsfjorden	0,96	0,86	0,92	0,84
Jomfruland	-	-	0,14	0,16

Sjørret

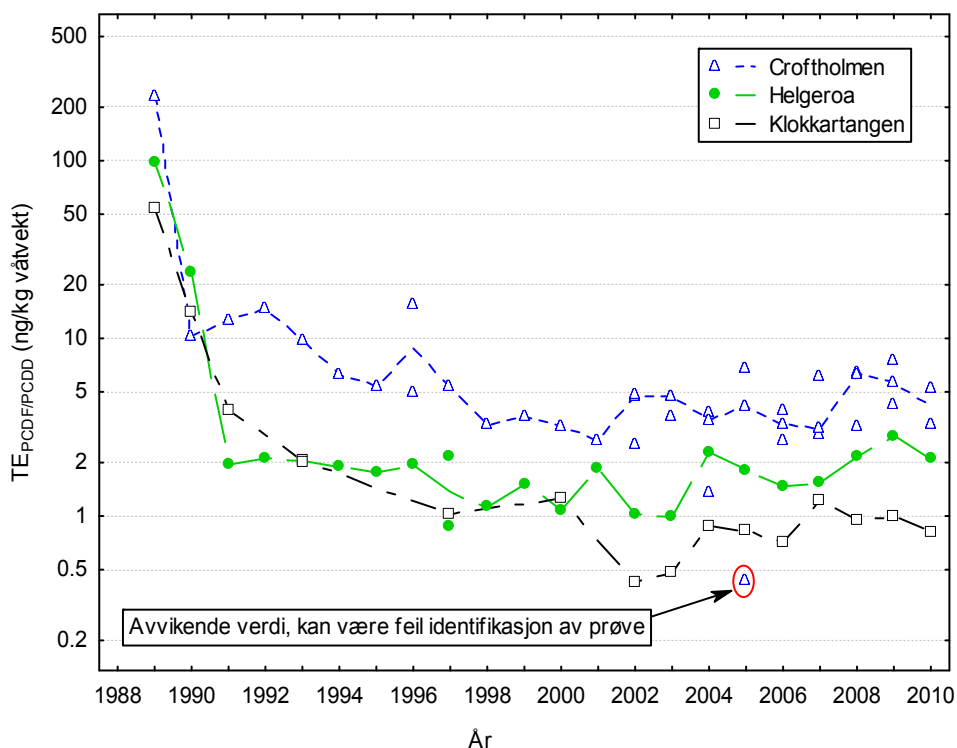
Utviklingen i dioksinkonsentrasjoner i filet av sjørret på våtvektsbasis er vist i Figur 5. Sjørret fra Langesundsfjorden har i hele overvåkingsperioden (bortsett fra i 1995) hatt lavere dioksinnivå enn i Frierfjorden, nivået har med unntak av enkelte år holdt seg stabilt på like over 2 ngTE/kg våtvekt fra ca 1997 til 2009. I 2010 var konsentrasjonen like under 2 ngTE/kg våtvekt. Nivået i begge fjordene viser en nedadgående trend, sett over hele perioden 1990-2010.



Figur 5. Konsentrasjoner av dioksiner i filet fra sjørret på våtvektsbasis (ngTE/kg våtvekt) fra Frierfjorden og Langesundsfjorden som funksjon av tid. NB: den logaritmiske skalaen på y-aksen demper det visuelle inntrykket av reduksjon over tid.

Blåskjell

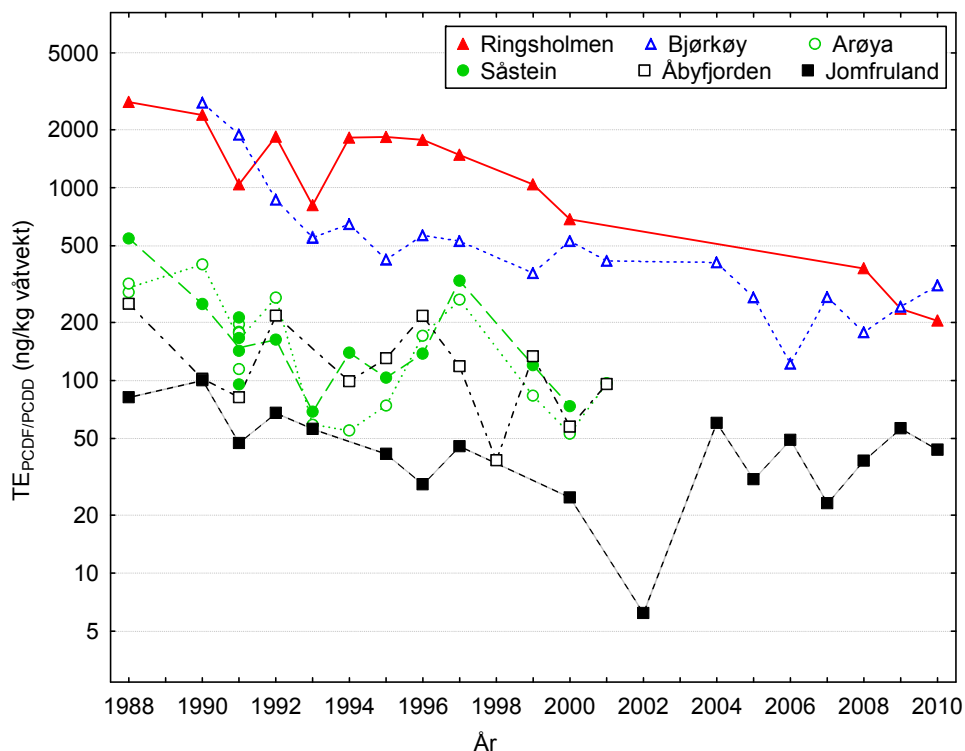
Konsentrasjon av dioksiner i blåskjell på våtvektsbasis viser ingen klar reduksjon over tid på noen av stasjonene i tidsrommet 1997-2010 (Figur 6). På alle stasjonene var konsentrasjonene noe lavere enn i 2009 (da konsentrasjonene for øvrig styrket en observert tendens til økning i dioksinnivå siden ca 2002 ved Klokkartangen og Helgeroa). Nivåene (ved Croftholmen og Helgeroa) ligger fortsatt mer enn 10 ganger over antatt bakgrunnsnivå i diffust belastede områder ($< 0,2$ ngTE/kg våtvekt, Molvær et al. 1997). I forhold til tidsrommet må man regne med en relativt høy utskifting av individene i de bestandene som samles. Dette betyr at overflatevannet fra Langesundsfjorden og utover fortsatt forsynes med løst eller partikulært bundet dioksin i tilstrekkelig mengde til å opprettholde forurensningsgraden i en filtrerende grunntvannsart som blåskjell. Som tidligere bemerket (Bakke et al. 2010) bør man vurdere å gjennomføre en egen undersøkelse for å finne kilden til at dioksinnivået i blåskjell er vedvarende høyt i forhold til bakgrunn.



Figur 6. Konsentrasjoner av dioksiner i blåskjell på våtvektsbasis (ngTE/kg våtvekt) fra Langesundsfjorden (Croftholmen), Helgeroa og Klokkertangen som funksjon av tid. Alle replikater er vist. Linjene er trukket mellom medianverdier. NB: den logaritmiske skalaen på y-aksen demper det visuelle inntrykket av reduksjon over tid.

Taskekrabbe

Dioksininnholdet i skallinnmat (krabbesmør) av hannkrabbe fra Frierfjorden ble ikke analysert mellom 2000 og 2008. Tidligere prøver ble tatt ved Ringsholmene, mens prøvene i 2008-2010 ble tatt i ytre del av fjorden (Figur 1). I Frierfjorden har det vært en nedadgående trend i hele perioden siden målingene begynte 1988, og resultatene fra 2008-2010 følger dette mønsteret (Figur 7). Sammenlikningen er imidlertid ikke helt pålitelig siden stasjonsplasseringen er blitt noe endret etter 2000. Utviklingen i Langesundsfjorden er fulgt nærmest årlig. Konsentrasjonene synes å ha stabilisert seg på samme nivå siden 2005 og i 2010 var nivået i Langesundsfjorden faktisk høyere enn i Frierfjorden. Nivåene fra Jomfruland ligger klart lavere enn dette, men har ikke endret seg systematisk etter 2004. Det er ingen god forklaring på det avvikende lave nivået funnet i 2002.



Figur 7. Konsentrasjoner av dioksiner i krabbesmør fra hanner fra Grenlandsområdet på våtvektsbasis (ngTE/kg våtvekt) som funksjon av tid. NB: den logaritmiske skalaen på y-aksen demper det visuelle inntrykket av reduksjon over tid. "Ringsholmen" tilsvarer Frierfjorden, "Bjørkøy" er i midtre Langesundsfjorden, "Arøya" er i ytre Langesundsfjorden, "Såstein" og "Åbyfjorden" er i vestre Langesundbukta og "Jomfruland" er på innsiden av Jomfruland (mot Kragerø).

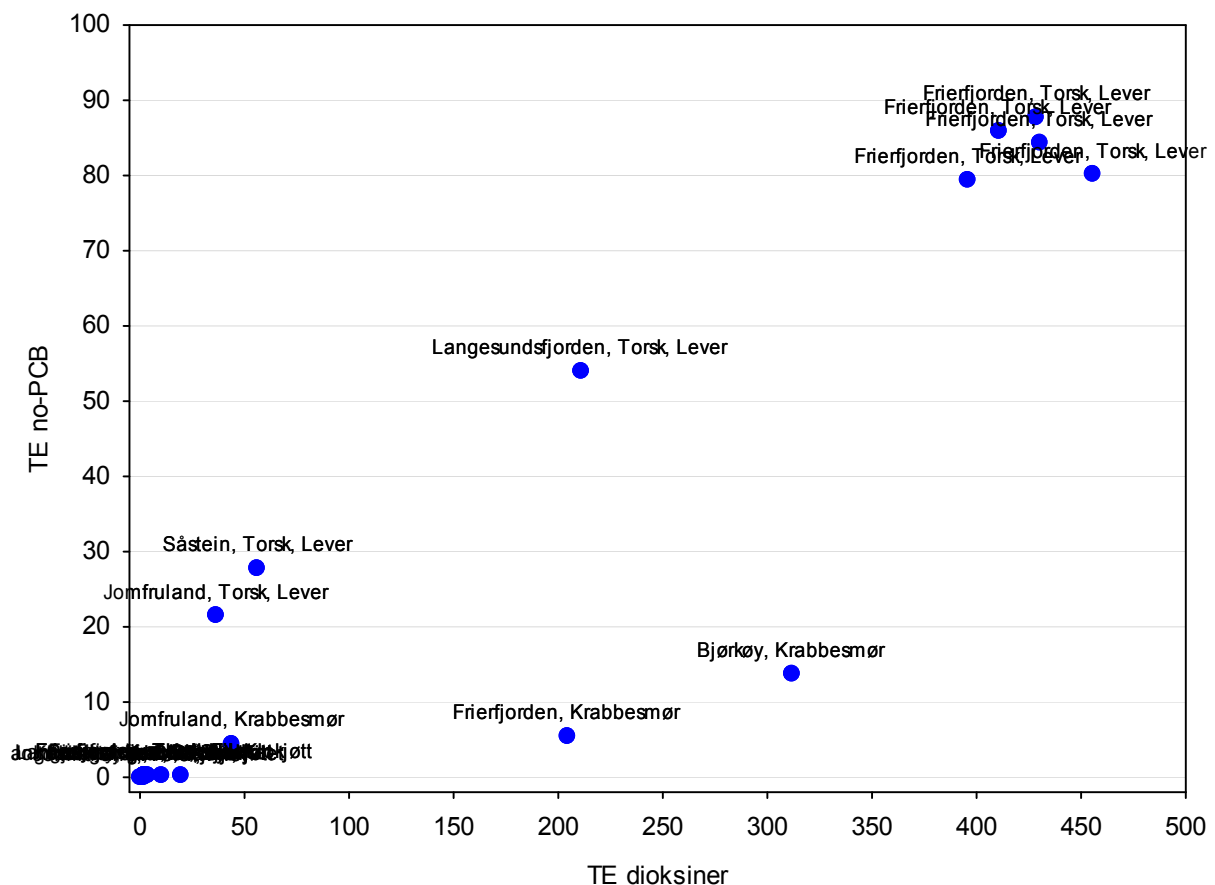
Dioksinnivået i klokjøtt av hannkrabbe (Tabell 7) var under 10 % av nivåene i skallinnmat (som tidligere bemerket; Bakke et al 2009). Endringene i perioden 2006-2010 var små og usystematiske ved Jomfruland. I Langesundsfjorden var nivået noe høyere i 2010, sammenlignet med 2006-2008. I Frierfjorden var nivået høyere enn i 2006 og 2007, men lavere enn i 2008. Dioksinnivået i klokjøtt av krabbe fra Langesundsfjorden og Frierfjorden overstiger grenseverdi for dioksiner i fiskekjøtt og fiskerivarer (4 ng/TE/kg våtvekt, Økland et al. 2005).

Tabell 7. Konsentrasjoner av dioksiner i klokjøtt av krabbe på våtvektsbasis fra Frierfjorden og Langesundsfjorden 2006-2008, samt 2010. Verdiene er angitt som ng TE/kg våtvekt.

Stasjon	2006	2007	2008	2010
Frierfjorden hunner	3,89	3,99	-	-
Frierfjorden hanner	5,42	9,81	34,3	19,4
Langesund hanner	3,94	4,08	3,7	9,81
Jomfruland hanner	0,71	0,74	1,0	1,17

4.3 non-ortho PCB

Toksisitetsekvivalenter av n.o.-PCB for alle prøvene er gitt i Tabell 5. Rådata er gitt i Vedlegg 2. Som tidligere år kom det største bidraget til total sumTE (summert for dioksiner og n.o.-PCB) i 2010 fra dioksiner: 63 – 98 %. Det var en signifikant positiv korrelasjon (korr.koeff.: 0,92) mellom $\text{sumTE}_{\text{PCDF/D}}$ og $\text{sumTE}_{\text{n.o.-PCB}}$ i (Figur 8). Som i 2009 ble høyest relativt innhold av n.o.-PCB ble funnet i torskelever fra Såstein og Jomfruland (33-37 %). En økning i relativt innhold av n.o.-PCB i torskelever utover mot kysten ble dessuten også funnet i 2007 og 2008.

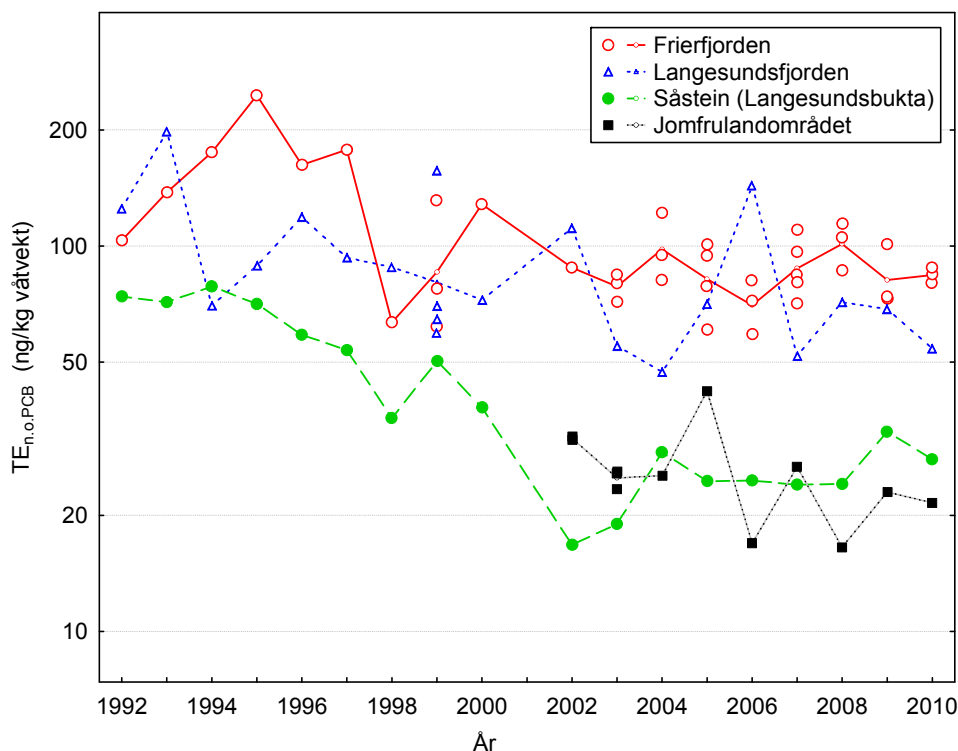


Figur 8. Forholdet mellom innholdet av TE av dioksiner og n.o.-PCB i alle vevsprøvene fra 2010.

4.3.1 Tilstand og tidsutvikling

Torsk

Tidsutviklingen i n.o.-PCB i torskeler er vist i Figur 9 og reflekterer i stor grad tidsutviklingen for dioksiner.



Figur 9. Konsentrasjoner av n.o.-PCB i torskeler på våtvektsbasis (ngTE/kg våtvekt) som funksjon av tid. Alle replikater er vist; linjene er trukket mellom gjennomsnittsverdier på log-skala, dvs. geometrisk middel på lineær skala. NB: den logaritmiske skalaen på y-aksen demper det visuelle inntrykket av reduksjon over tid.

Øvrige arter

I filet av sjøørret fra Langesundsfjorden utgjorde n.o.-PCB 14 % av sum TE i 2010, altså nøyaktig det samme som i 2009. Den relative andelen har endret seg lite og usystematisk de siste årene.

I blåskjell utgjorde n.o.-PCB 9-13 % av sum TE i 2010. I perioden 2001-2010 har det ikke vært noen systematisk endring i nivå av n.o.-PCB på noen av stasjonene.

I krabbesmør fra Frierfjorden og Langesundsfjorden utgjorde n.o.-PCB 3-4 % av sum TE i 2009. Ved Jomfruland var tilsvarende andel 10 %. Det har ikke vært noen entydig endring i relativt nivå av n.o.-PCB i skallinnmat i perioden 2001-2010.

4.4 Tinnorganiske forbindelser

4.4.1 Tilstand 2010

Innholdet av tinnorganiske forbindelser i torskelever og krabbesmør fra Grenlandsfjordene, 2010, er vist i Tabell 8. I torskeleverprøvene var alle konsentrasjonene av alle forbindelsene, unntatt MPhT, over deteksjonsgrensen. TPhT viste klart de høyeste nivåene.

Konsentrasjonene var generelt høyere i Frierfjorden, enn i Langesundsfjorden. Med unntak av DPhT og TPhT var det liten variasjon mellom replikater. Det var ingen påfallende forskjeller i konsentrasjoner (foruten en reduksjon i DBT og TBT i torskelever; se kapittel 4.4.2 nedenfor), sammenlignet med 2008, med unntak av for DPhT. Det må imidlertid bemerkes (som i 2008) at det foreligger analytiske usikkerheter mhp fenyltinnforbindelser i fettrike prøver (Bakke et al 2009). I krabbe utgjorde MBT og TPhT de høyeste konsentrasjonene blant de tinnorganiske forbindelsene. Konsentrasjonene var noen høyere i Frierfjorden og Langesundsfjorden, sammenlignet med Jomfruland.

Tabell 8. Innhold av tinnorganiske forbindelser ($\mu\text{g/kg}$ våtvekt) i torskelever og krabbesmør fra Grenlandsfjordene 2010.

Arter/prøvesteder	MBT	DBT	TBT	MPhT	DPhT	TPhT
Torskelever						
Frierfjorden 1	0,8	6,2	6,2	<0,3	4,2	58,1
Frierfjorden 2	0,8	6,2	4,9	<0,3	2,7	41,3
Frierfjorden 3	0,7	5	4,9	<0,3	6	116
Gjennomsnitt 1-3	0,8	5,8	5,3	<0,3	4,3	71,8
Langesundsfjorden	0,3	3,4	3,7	<0,3	3,7	28,3
Krabbesmør						
Frierfjorden	4,9	2,8	2	<0,3	<0,3	3,5
Langesundsfjorden	3,8	2	0,9	<0,3	0,8	12,5
Jomfruland	2	1,3	<0,3	<0,3	<0,3	2,9

4.4.2 Sammenligning med tidligere resultater

Den lengste tidsserien på tinnorganiske forbindelser i Grenlandsfjordene foreligger for torsk (lever) (Tabell 9). Nivåene av DBT og TBT viser en klar og jevn nedgang i perioden med overvåking. Dette reflekterer med all sannsynlighet mindre bruk av TBT på båtskrog.

Tabell 9. Konsentrasjoner ($\mu\text{g/kg}$ våtvekt) av butyltinn- og fenyltinnforbindelser i torskelever, 1999-2010. Verdiene fra Frierfjorden i 2004-2010 er gjennomsnitt av tre paralleller. NB: nivåene av fenyltinnforbindelsene har vært usikre pga problemer med kvantifisering i fetttrikt vev.

Stoff og år	Frierfjorden	Langesundsfjorden
MBT		
1999		
2001	3,4	1,5
2004	< 1,5	<5
2006	6,5	10
2008	< 1	< 1
2010 *	0,8	0,3
DBT		
1999	39	
2001	28	6,1
2004	24	15
2006	12,3	26
2008	9,1	2,8
2010 *	5,8	3,4
TBT		
1999	110	
2001	100	20
2004	28	27
2006	7,5	10
2008	10	7,2
2010 *	5,3	3,7
MPhT		
1999	23	
2001	<1,7	<1,7
2004	<5	<5
2006	<5	<5
2008	< 1,6	4,8
2010 *	< 0,3	< 0,3
DPhT		
1999	23	
2001	<2,3	<2,3
2004	<5	<5
2006	<5	<5
2008	45	44
2010 *	4,3	3,7
TPhT		
1999	100	
2001	i)	i)
2004	7,8	< 5
2006	< 5	< 5
2008	50	75
2010 *	71,8	28,3

i): interferens med andre forbindelser.

* I 2010 ble tinnorganiske forbindelser analysert på et annet laboratorium enn de foregående år (se Vedlegg 2)

5. Oppsummering og konklusjoner

5.1 Frierfjorden

Tendensen til fallende fettinnhold i torskelever synes å ha blitt reversert etter 2007, og har ligget jevnt høyere i perioden 2008-2010, sammenlignet med 2006-2007. Dette synes også å reflekteres i dioksiner i torskelever (TE uttrykt på våtvektsbasis), hvor en nedadgående trend i perioden 2000-2007 har opphørt i perioden fra 2008. På fettvektsbasis er konsentrasjonene (uttrykt som TE) i 2010 på samme nivå som i 2006. Det var noe høyere dioksinnivå på våtvektsbasis i fettrik kontra fettfattig torskelever, men ikke like påfallende som i 2008 og 2009. Etter normalisering mot fett viste den fettfattige leveren høyest dioksininnhold. Det samme var tilfelle i 2008 og 2009. Det har ikke vært noen systematisk endring i dioksinnivået og heller ikke i n.o.-PCB i torsk fra Frierfjorden siden 2002.

Det er en tilsynelatende reduksjon av dioksiner i skallinnmat av krabbe i perioden 2008-2010. Dette fortsetter en trend som har vist seg siden målingene begynte i 1988. Den gang var nivået ca 10 ganger høyere enn i 2010. Det må bemerkes at tidligere prøver ble tatt ved Ringsholmene, mens prøvene i 2008-2010 ble tatt i ytre del av Frierfjorden.

Nivået i filet av torsk fra Frierfjorden var under øvre grense for dioksiner i fiskekjøtt og fiskerivarer (4 ng/TE/kg våtvekt, Økland et al. 2005), mens nivået i klokjøtt fra krabbe var over.

Nivåene av DBT og TBT i torskelever viser en klar og jevn nedgang i perioden med overvåking. Dette reflekterer med all sannsynlighet mindre bruk av TBT på båtskrog. Endringer i konsentrasjonene av de øvrige tinnorganiske forbindelsene har vært mer usystematiske, men det foreligger et generelt analytisk problem med fenyltinnforbindelser i fettrikt vev. Nivåene av DBT og TBT i skallinnmat av krabbe var lavere enn i torskelever.

Det er ikke noe i resultatene fra området som tilsier at man bør endre den framtidige overvåkingen slik det er beskrevet i langtidsprogrammet.

5.2 Langesundsfjorden

For de fleste undersøkte arter ligger dioksinnivåene i Langesundsfjorden lavere enn det som er funnet i Frierfjorden, men nivåene har endret seg lite over de siste 10-15 årene. Derfor begynner forskjellene mellom de to fjordene å bli liten. For torskelever og skallinnmat av krabbe er det i praksis ingen forskjell i dioksiner mellom de to fjordene (noe større forskjell for torskelever i 2010, sammenlignet med de foregående 8 årene, mens nivåene i krabbe fra Bjørkøy var høyere enn i Frierfjorden for første gang på 20 år).

Dioksinnivået i torskefilet lå under øvre grense for dioksiner i fisk og fiskeriprodukter.

Sjørørret tilfredsstillte også grenseverdien for dioksiner i fisk og fiskeriprodukter. Dioksinnivået har med unntak av enkelte år holdt seg stabilt på like over 2 ngTE/kg våtvekt fra ca 1997 til 2009, mens i 2010 var konsentrasjonen like under 2 ngTE/kg våtvekt.

Blåskjell fra Langesundsfjorden lå også under øvre grense for dioksiner i fisk og fiskeriprodukter, mens klokjøtt av krabbe oversteg denne grenseverdien.

Som i Frierfjorden viste nivåene av tinnorganiske forbindelser (DBT og TBT) i torskelever en klar nedgang i perioden med overvåking.

Det er ikke noe i resultatene fra området som tilsier at man bør endre den framtidige overvåkingen slik det er beskrevet i langtidsprogrammet. Man bør imidlertid vurdere om det er mulig å gjennomføre en spesialundersøkelse for å klarlegge årsaken til at dioksinnivået i blåskjell har stabilisert seg på et nivå som ligger mer enn 10 ganger over antatt bakgrunnsnivå (selv om det ligger under EUs grenseverdi for dioksiner i fiskekjøtt og fiskerivarer).

5.3 Langesundsbukta og områdene utenfor

Bortsett fra blåskjellstasjonen ved Helgeroa omfatter programmet kun områdene utenfor Langesundsbukta. Fortsatt var det en mer markert reduksjon i dioksinnivåer fra Langesundsfjorden til utenfor Langesundsbukta sammenlignet med forskjellen mellom Frierfjorden og Langesundsfjorden.

Både ved Såstein og Jomfruland var det en økning i dioksiner i torskelever (våtvekt) i perioden 2008-2010 slik at tendensen som helhet viser liten endring siden ca 2002. For blåskjell fra Helgeroa og Kløkkartangen var nivået i 2010 det samme som i 2004, og har i perioden i mellom fluktuert rundt dette nivået. Det samme gjelder skallinnmat av krabbe fra Jomfruland.

Det relative bidraget av toksiske ekvivalenter av non-*ortho* PCB-forbindelser, sammenlignet med bidraget fra dioksiner, var høyere i torskelever fra ytre områder, sammenlignet med inne i Grenlandsfjordene. Dette er også observert tidligere.

Tinnorganiske forbindelser er bare analysert i skallinnmat fra krabbe i ytre områder, og nivåene var jevnt over lavere enn i Langesundsfjorden og Frierfjorden.

Det er ikke noe i resultatene fra det ytre området som tilsier at man bør endre den framtidige overvåkingen slik det er beskrevet i langtidsprogrammet.

6. Litteratur

- Bakke, T., Ruus, A., Bjerkeng, B., Knutsen JA., Schlabach, M., 2007b. Overvåking av miljøgifter i fisk og skalldyr fra Grenlandsfjordene 2006. Rapport 998/07 innen Statlig program for forurensningsovervåking. Klif TA-2319/2007, NIVA-rapport 5504/2007, 93 s.
- Bakke, T., Ruus, A., Bjerkeng, B., Knutsen JA., 2010. Overvåking av miljøgifter i fisk og skalldyr fra Grenlandsfjordene 2009. Rapport 1075/2010 innen Statlig program for forurensningsovervåking. Klif TA-2670/2010, NIVA-rapport 5981/2010, 78 s.
- Bakke, T., Ruus, A., Bjerkeng, B., Knutsen JA., 2009. Overvåking av miljøgifter i fisk og skalldyr fra Grenlandsfjordene 2008. Rapport 1052/2009 innen Statlig program for forurensningsovervåking. Klif TA-2529/2009, NIVA-rapport 5820/2009, 77 s.
- Bjerkeng, B., Ruus, A., 2002. Statistisk analyse av data for dioksin-nivåer i organismer i Frierfjorden/Grenlandsområdet. Rapport 860/02, TA: 1916-2002, NIVA-rapport 4595-2002, 56s.
- Hanberg, A., F. Wårn, L. Asplund, E. Haglund og E. Safe, 1990. Swedish dioxin survey: Determination of 2,3,7,8-TCDD toxic equivalent factors for some polychlorinated biphenyls and naphthalenes using biological tests. *Chemosphere* 20: 1161-1164.
- Klif TA-1467/1997. Veiledning 97:03: Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J. og Sørensen, J. Klassifisering av miljøkvalitetet i fjorder og kystfarvann. 36 s.
- Næs, K., Persson, J., Saloranta, T., Andersen, T., Berge, JA., Hylland, K., Ruus, A., Tobiesen, A. og Bergstad, OA. 2004. Dioksiner i Grenlandsfjordene – DIG. Oppsummering av forskningsprosjektet. NIVA rapport nr 4876/2004. 96 s.
- Oehme, M., J. Klungsøyr, Aa. Biseth og M. Schlabach, 1994. Quantitative determination of ppq-ppt levels of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans in sediments from the Arctic (Barents Sea) and the North Sea. *Anal. Meth. Instr.* 1:153-163.
- Schlabach, M., Aa. Biseth, H. Gundersen og M. Oehme, 1993. On-line GPC/carbon clean up method for determination of PCDD/F in sediment and sewage sludge samples. *Organohalogen Compounds* 11:71-74.
- Schlabach, M., Aa. Biseth, H. Gundersen og J. Knutzen, 1995. Congener specific determination and levels of polychlorinated naphthalenes in cod liver samples from Norway.. *Organohalogen Compounds* 24:489-492.
- Van den Berg, M., Birnbaum, L., Bosveld, A.T.C., Brunström, B., Cook, P., Feeley, M., Giesy, J.P., Hanberg, A., Hasegawa, R. Kennedy, S.W., Kubiak, T., Larsen, J.C., Leeuwen, F.X.R. van, Liem, A.K.D., Nolt, C., Peterson, R.E., Poellinger, L., Safe, S., Schrenk, D., Tillitt, D., Tysklind, M., Younes, M., Wårn, F. og T. Zacharewskim.fl., 1998. Toxic equivalency factors (TEFs) for PCBs, PCDDs, PCDFs for humans and wildlife. *Environ Hlth. Perspect.* 106:775-792.
- Van den Berg, M., Birnbaum, LS., Denison, M. *et al.* 2006. The 2005 World Health Organization reevaluation of human and mammalian toxic equivalency factors for dioxins and dioxin-like compounds. *Toxicological Sciences.* 93:223-241.
- Økland, TE, 2005. Kostholdsråd i norske fjorder og havner. Rapport utarbeidet for Mattilsynet, Vitenskapskomiteen for mattrygghet (VKM) og Statens forurensningstilsyn (Klif) av Bergfall & co as. Aktiv Trykk. 268s.

7. Vedleggsregister

1. Karakteristikk av prøvemateriale av organismer fra Grenlandsfjordene 2010.
2. Rådata for NILUs analyser av fettinnhold, dioksiner og n.o.-PCB i fisk og skalldyr fra Grenlandsfjordene 2010.
3. Rådata for Eurofins analyse av tinnorganiske forbindelser i prøver av organismer fra Grenlandsfjordene 2010.

7.1 Karakteristikk av prøvemateriale av organismer fra Grenlandsfjordene 2010.

Arter, stasjon, vev	N	Lengde (cm) M/SD/VAR	Vekt (g) M/SD/VAR
Torsk			
Frierfjorden 1 lever og filet	20	39/6/34-63	615/331/402-1956
Frierfjorden 2 lever og filet	20	40/9/31-73	696/618/256-3180
Frierfjorden 3 lever og filet	20	39/6/33-62	619/432/352-2302
Frierfjorden, fettrik lever	20	43/10/33-73	893/742/342-3180
Frierfjorden, fettfattig lever	16	39/8/30-63	624/432/236-1956
Langesundsfjorden lever	13	38/4/32-48	555/200/320-1090
Såstein lever	16	42/8/34-59	786/469/444-1878
Jomfruland lever	20	37/6/23-46	538/229/142-1116
Sjørret filet			
Langesundsfjorden	20	35/7/28-55	445/270/198-1338
Blåskjell		(skallengde)	
Crotholmen	50	6/5/5-7	-
Helgeroa	51	7/6/5-7	-
Klokkertangen	50	8/5/7-9	-
Taskekrabbe (hanner)		(skallbredde)	
Frierfjorden, skallinnmat	20	15/1/12-18	-
Langesundsfjorden, skallinnmat	20	16/2/12-20	-
Jomfruland, skallinnmat	18	15/2/11-18	-

7.2 Rådata for NILUs analyser av fettinnhold, dioksiner og n.o.-PCB i fisk og skalldyr fra Grenlandsfjordene 2010.

Fettinnhold:

Nilu nr.	Kunde	Matrix	Fett %	
11/244	NIVA Grenland	Torskelever	F1	14,6
11/245	NIVA Grenland	Torskelever	F2	13,5
11/246	NIVA Grenland	Torskelever	F3	17,5
11/247	NIVA Grenland	Torskelever		30,95 Merket FET i bestillinga
11/248	NIVA Grenland	Torskelever		9,12 Merket MAGER i best.
11/249	NIVA Grenland	Torskelever	S	42,1
11/250	NIVA Grenland	Torskelever	L	32,1
11/251	NIVA Grenland	Torskelever	J	49
11/252	NIVA Grenland	Torskefilet	F1	0,2
11/253	NIVA Grenland	Torskefilet	F2	0,23
11/254	NIVA Grenland	Torskefilet	F3	0,35
11/255	NIVA Grenland	Torskefilet	L	0,3
11/256	NIVA Grenland	Torskefilet	J	0,35
11/257	NIVA Grenland	Krabbesmør	F	4,1
11/258	NIVA Grenland	Krabbesmør	L	8,5
11/259	NIVA Grenland	Krabbesmør	J	10,4
11/260	NIVA Grenland	Krabbe,klokjøtt	F	0,2
11/261	NIVA Grenland	Krabbe,klokjøtt	J	0,2
11/262	NIVA Grenland	Krabbe,klokjøtt	L	0,3
11/263	NIVA Grenland	Blåskjell	L	1,2
11/264	NIVA Grenland	Blåskjell	H	1,4
11/265	NIVA Grenland	Blåskjell	K	1,1
11/266	NIVA Grenland	Ørret filet	L	1,2

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7476

NILU sample number: 11/244

Customer: NIVA

Customers sample ID: Grenland

: Frierfjorden pr. 1, 15/11-10

Sample type: Torskelever

Sample amount: 5,00 g

Total sample amount:

Concentration units: pg/g

Data files: SA273

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) pg/g	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	51,6	68	51,6	51,6	51,6
12378-PeCDD	6,95	72	3,48	6,95	6,95
123478-HxCDD	0,89	74	0,09	0,09	0,09
123678-HxCDD	90,5	74	9,05	9,05	9,05
123789-HxCDD	72,3		7,23	7,23	7,23
1234678-HpCDD	46,3	84	0,46	0,46	0,46
OCDD	17,2	85	0,02	0,00	0,01
SUM PCDD			71,9	75,4	75,4
Furanes					
2378-TCDF	255	87	25,5	25,5	25,5
12378/12348-PeCDF	749	*	7,49	37,4	22,5
23478-PeCDF	85,3	75	42,6	42,6	25,6
123478/123479-HxCDF	1 499	85	150	150	150
123678-HxCDF	911	75	91,1	91,1	91,1
123789-HxCDF	113	*	11,3	11,3	11,3
234678-HxCDF	159	73	15,9	15,9	15,9
1234678-HpCDF	258	81	2,58	2,58	2,58
1234789-HpCDF	380	*	3,80	3,80	3,80
OCDF	189	96	0,19	0,02	0,06
SUM PCDF			350	380	348
SUM PCDD/PCDF			422	456	424
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)	162	72		0,02	0,02
344'5'-TeCB (PCB-81)	19,5			0,00	0,01
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	738	79		73,8	73,8
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	637	79		6,37	19,1
SUM TE-PCB				80,2	92,9

TE(nordic): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the nordic model (Ahlborg et al., 1988)

TE (1998): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 1998)

TE (2005): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 2005)

<: Lower than detection limit at signal-to-noise 3 to 1

i: Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value.

This may be due to instrumental noise or/and chemical interference

b: Lower than 10 times method blank

g: Recovery is not according to NILUs quality criteria

*: Samplingstandard NS-EN 1948

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7476

NILU sample number: 11/245

Customer: NIVA

Customers sample ID: Grenland

: Frierfjorden pr. 2, 15/11-10

Sample type: Torskelever

Sample amount: 5,00 g

Total sample amount:

Concentration units: pg/g

Data files: SA273

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) pg/g	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	62,3	57	62,3	62,3	62,3
12378-PeCDD	5,53	64	2,76	5,53	5,53
123478-HxCDD	0,76	67	0,08	0,08	0,08
123678-HxCDD	75,0	67	7,50	7,50	7,50
123789-HxCDD	63,5		6,35	6,35	6,35
1234678-HpCDD	41,4	70	0,41	0,41	0,41
OCDD	18,4	68	0,02	0,00	0,01
SUM PCDD			79,4	82,2	82,2
Furanes					
2378-TCDF	180	76	18,0	18,0	18,0
12378/12348-PeCDF	524	*	5,24	26,2	15,7
23478-PeCDF	66,9	68	33,5	33,5	20,1
123478/123479-HxCDF	1 519	76	152	152	152
123678-HxCDF	857	68	85,7	85,7	85,7
123789-HxCDF	111	*	11,1	11,1	11,1
234678-HxCDF	142	65	14,2	14,2	14,2
1234678-HpCDF	243	71	2,43	2,43	2,43
1234789-HpCDF	452	*	4,52	4,52	4,52
OCDF	209	72	0,21	0,02	0,06
SUM PCDF			327	348	324
SUM PCDD/PCDF			406	430	406
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)	91,8	62		0,01	0,01
344'5'-TeCB (PCB-81)	12,7			0,00	0,00
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	775	69		77,5	77,5
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	689	71		6,89	20,7
SUM TE-PCB				84,4	98,2

TE(nordic): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the nordic model (Ahlborg et al., 1988)

TE (1998): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 1998)

TE (2005): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 2005)

<: Lower than detection limit at signal-to-noise 3 to 1

i: Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value.

This may be due to instrumental noise or/and chemical interference

b: Lower than 10 times method blank

g: Recovery is not according to NILUs quality criteria

*: Samplingstandard NS-EN 1948

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7476

NILU sample number: 11/246

Customer: NIVA

Customers sample ID: Grenland

: Frierfjorden pr. 3, 16/11-10

Sample type: Torskelever

Sample amount: 5,00 g

Total sample amount:

Concentration units: pg/g

Data files: SA273

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) pg/g	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	50,7	67	50,7	50,7	50,7
12378-PeCDD	7,73	74	3,87	7,73	7,73
123478-HxCDD	0,92	76	0,09	0,09	0,09
123678-HxCDD	80,1	75	8,01	8,01	8,01
123789-HxCDD	62,9		6,29	6,29	6,29
1234678-HpCDD	40,4	74	0,40	0,40	0,40
OCDD	17,8	69	0,02	0,00	0,01
SUM PCDD			69,4	73,2	73,2
Furanes					
2378-TCDF	227	87	22,7	22,7	22,7
12378/12348-PeCDF	570	*	5,70	28,5	17,1
23478-PeCDF	94,0	75	47,0	47,0	28,2
123478/123479-HxCDF	1 365	88	136	136	136
123678-HxCDF	879	80	87,9	87,9	87,9
123789-HxCDF	118	*	11,8	11,8	11,8
234678-HxCDF	142	75	14,2	14,2	14,2
1234678-HpCDF	270	75	2,70	2,70	2,70
1234789-HpCDF	404	*	4,04	4,04	4,04
OCDF	199	72	0,20	0,02	0,06
SUM PCDF			333	355	325
SUM PCDD/PCDF			402	429	398
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)	214	73		0,02	0,02
344'5-TeCB (PCB-81)	18,1			0,00	0,01
33'44'5-PeCB (PCB-126)	814	77		81,4	81,4
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	647	79		6,47	19,4
SUM TE-PCB				87,9	101

TE(nordic): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the nordic model (Ahlborg et al., 1988)

TE (1998): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 1998)

TE (2005): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 2005)

<: Lower than detection limit at signal-to-noise 3 to 1

i: Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value.

This may be due to instrumental noise or/and chemical interference

b: Lower than 10 times method blank

g: Recovery is not according to NILUs quality criteria

*: Samplingstandard NS-EN 1948

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7476

NILU sample number: 11/247

Customer: NIVA

Customers sample ID: Grenland

: Frierfjorden., FET, 16/11-10

Sample type: Torskelever

Sample amount: 5,00 g

Total sample amount:

Concentration units: pg/g

Data files: SA273

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) pg/g	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	57,9	69	57,9	57,9	57,9
12378-PeCDD	7,65	72	3,82	7,65	7,65
123478-HxCDD	0,59	71	0,06	0,06	0,06
123678-HxCDD	80,7	71	8,07	8,07	8,07
123789-HxCDD	56,6		5,66	5,66	5,66
1234678-HpCDD	36,6	74	0,37	0,37	0,37
OCDD	15,3	73	0,02	0,00	0,00
SUM PCDD			75,9	79,7	79,7
Furanes					
2378-TCDF	269	86	26,9	26,9	26,9
12378/12348-PeCDF	720	*	7,20	36,0	21,6
23478-PeCDF	76,9	73	38,5	38,5	23,1
123478/123479-HxCDF	1 104	80	110	110	110
123678-HxCDF	870	72	87,0	87,0	87,0
123789-HxCDF	107	*	10,7	10,7	10,7
234678-HxCDF	148	72	14,8	14,8	14,8
1234678-HpCDF	261	73	2,61	2,61	2,61
1234789-HpCDF	331	*	3,31	3,31	3,31
OCDF	170	75	0,17	0,02	0,05
SUM PCDF			302	330	301
SUM PCDD/PCDF			378	410	380
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)	191	72		0,02	0,02
344'5'-TeCB (PCB-81)	24,8			0,00	0,01
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	791	78		79,1	79,1
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	695	76		6,95	20,9
SUM TE-PCB				86,1	100,0

TE(nordic): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the nordic model (Ahlborg et al., 1988)

TE (1998): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 1998)

TE (2005): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 2005)

<: Lower than detection limit at signal-to-noise 3 to 1

i: Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value.

This may be due to instrumental noise or/and chemical interference

b: Lower than 10 times method blank

g: Recovery is not according to NILUs quality criteria

*: Samplingstandard NS-EN 1948

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7476

NILU sample number: 11/248

Customer: NIVA

Customers sample ID: Grenland

: Frierfjorden, mager, 15/11-10

Sample type: Torskelever

Sample amount: 5,00 g

Total sample amount:

Concentration units: pg/g

Data files: SA273

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) pg/g	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	42,6	70	42,6	42,6	42,6
12378-PeCDD	6,10	73	3,05	6,10	6,10
123478-HxCDD	1,03	74	0,10	0,10	0,10
123678-HxCDD	80,0	75	8,00	8,00	8,00
123789-HxCDD	63,5		6,35	6,35	6,35
1234678-HpCDD	46,5	80	0,46	0,46	0,46
OCDD	19,0	80	0,02	0,00	0,01
SUM PCDD			60,5	63,6	63,6
Furanes					
2378-TCDF	141	84	14,1	14,1	14,1
12378/12348-PeCDF	457	*	4,57	22,8	13,7
23478-PeCDF	70,0	75	35,0	35,0	21,0
123478/123479-HxCDF	1 574	87	157	157	157
123678-HxCDF	731	76	73,1	73,1	73,1
123789-HxCDF	106	*	10,6	10,6	10,6
234678-HxCDF	125	73	12,5	12,5	12,5
1234678-HpCDF	242	77	2,42	2,42	2,42
1234789-HpCDF	417	*	4,17	4,17	4,17
OCDF	208	85	0,21	0,02	0,06
SUM PCDF			314	332	309
SUM PCDD/PCDF			375	396	373
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)	115	71		0,01	0,01
344'5'-TeCB (PCB-81)	10,6			0,00	0,00
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	732	77		73,2	73,2
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	629	78		6,29	18,9
SUM TE-PCB				79,5	92,1

TE(nordic): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the nordic model (Ahlborg et al., 1988)

TE (1998): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 1998)

TE (2005): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 2005)

<: Lower than detection limit at signal-to-noise 3 to 1

i: Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value.

This may be due to instrumental noise or/and chemical interference

b: Lower than 10 times method blank

g: Recovery is not according to NILUs quality criteria

*: Samplingstandard NS-EN 1948

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7476

NILU sample number: 11/249

Customer: NIVA

Customers sample ID: Grenland

: Såstein, Åbyfjorden

Sample type: Torskelever

Sample amount: 5,00 g

Total sample amount:

Concentration units: pg/g

Data files: SA273B

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) pg/g	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	8,79	67	8,79	8,79	8,79
12378-PeCDD	1,77	81	0,88	1,77	1,77
123478-HxCDD	< 0,07	92	0,01	0,01	0,01
123678-HxCDD	9,99	93	1,00	1,00	1,00
123789-HxCDD	5,03		0,50	0,50	0,50
1234678-HpCDD	2,78	99	0,03	0,03	0,03
OCDD	1,41 b	112	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD			11,2	12,1	12,1
Furanes					
2378-TCDF	102	86	10,2	10,2	10,2
12378/12348-PeCDF	142	*	1,42	7,12	4,27
23478-PeCDF	11,0	85	5,52	5,52	3,31
123478/123479-HxCDF	98,2	93	9,82	9,82	9,82
123678-HxCDF	83,2	88	8,32	8,32	8,32
123789-HxCDF	7,70	*	0,77	0,77	0,77
234678-HxCDF	19,4	89	1,94	1,94	1,94
1234678-HpCDF	24,9	93	0,25	0,25	0,25
1234789-HpCDF	18,3	*	0,18	0,18	0,18
OCDF	6,21	106	0,01	0,00	0,00
SUM PCDF			38,4	44,1	39,0
SUM PCDD/PCDF			49,6	56,2	51,1
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)	336	73		0,03	0,03
344'5'-TeCB (PCB-81)	19,1			0,00	0,01
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	266	81		26,6	26,6
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	131	84		1,31	3,94
SUM TE-PCB				28,0	30,6

TE(nordic): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the nordic model (Ahlborg et al., 1988)

TE (1998): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 1998)

TE (2005): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 2005)

<: Lower than detection limit at signal-to-noise 3 to 1

i: Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value.

This may be due to instrumental noise or/and chemical interference

b: Lower than 10 times method blank

g: Recovery is not according to NILUs quality criteria

*: Samplingstandard NS-EN 1948

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7476

NILU sample number: 11/250

Customer: NIVA

Customers sample ID: Grenland

: Langesundsfjorden

Sample type: Torskelever

Sample amount: 5,00 g

Total sample amount:

Concentration units: pg/g

Data files: SA273B

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) pg/g	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	31,4	59	31,4	31,4	31,4
12378-PeCDD	5,89	63	2,94	5,89	5,89
123478-HxCDD	0,19	67	0,02	0,02	0,02
123678-HxCDD	28,3	69	2,83	2,83	2,83
123789-HxCDD	13,8		1,38	1,38	1,38
1234678-HpCDD	9,47	68	0,09	0,09	0,09
OCDD	3,51 b	68	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD			38,6	41,6	41,6
Furanes					
2378-TCDF	355	72	35,5	35,5	35,5
12378/12348-PeCDF	527	*	5,27	26,4	15,8
23478-PeCDF	44,6	67	22,3	22,3	13,4
123478/123479-HxCDF	421	71	42,1	42,1	42,1
123678-HxCDF	315	64	31,5	31,5	31,5
123789-HxCDF	34,0	*	3,40	3,40	3,40
234678-HxCDF	56,2	65	5,62	5,62	5,62
1234678-HpCDF	80,6	65	0,81	0,81	0,81
1234789-HpCDF	96,9	*	0,97	0,97	0,97
OCDF	29,8	72	0,03	0,00	0,01
SUM PCDF			148	169	149
SUM PCDD/PCDF			186	210	191
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)	522	61		0,05	0,05
344'5'-TeCB (PCB-81)	32,5			0,00	0,01
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	513	65		51,3	51,3
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	282	66		2,82	8,45
SUM TE-PCB				54,2	59,8

TE(nordic): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the nordic model (Ahlborg et al., 1988)

TE (1998): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 1998)

TE (2005): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 2005)

<: Lower than detection limit at signal-to-noise 3 to 1

i: Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value.

This may be due to instrumental noise or/and chemical interference

b: Lower than 10 times method blank

g: Recovery is not according to NILUs quality criteria

*: Samplingstandard NS-EN 1948

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7476

NILU sample number: 11/251

Customer: NIVA

Customers sample ID: Grenland

: Jomfruland 20/11-10

Sample type: Torskelever

Sample amount: 5,00 g

Total sample amount:

Concentration units: pg/g

Data files: SA273B

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) pg/g	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	4,71	67	4,71	4,71	4,71
12378-PeCDD	1,41	78	0,71	1,41	1,41
123478-HxCDD	< 0,10	81	0,01	0,01	0,01
123678-HxCDD	7,25	81	0,72	0,72	0,72
123789-HxCDD	4,05		0,40	0,40	0,40
1234678-HpCDD	2,11	91	0,02	0,02	0,02
OCDD	0,91 b	96	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD			6,58	7,28	7,28
Furanes					
2378-TCDF	65,6	86	6,56	6,56	6,56
12378/12348-PeCDF	90,6	*	0,91	4,53	2,72
23478-PeCDF	9,50	81	4,75	4,75	2,85
123478/123479-HxCDF	59,5	86	5,95	5,95	5,95
123678-HxCDF	49,8	79	4,98	4,98	4,98
123789-HxCDF	4,74	*	0,47	0,47	0,47
234678-HxCDF	14,2	81	1,42	1,42	1,42
1234678-HpCDF	15,7	85	0,16	0,16	0,16
1234789-HpCDF	9,01	*	0,09	0,09	0,09
OCDF	4,36	98	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF			25,3	28,9	25,2
SUM PCDD/PCDF			31,9	36,2	32,5
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)	338	71		0,03	0,03
344'5'-TeCB (PCB-81)	13,6			0,00	0,00
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	207	80		20,7	20,7
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	80,5	83		0,81	2,42
SUM TE-PCB				21,6	23,2

TE(nordic): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the nordic model (Ahlborg et al., 1988)

TE (1998): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 1998)

TE (2005): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 2005)

<: Lower than detection limit at signal-to-noise 3 to 1

i: Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value.

This may be due to instrumental noise or/and chemical interference

b: Lower than 10 times method blank

g: Recovery is not according to NILUs quality criteria

*: Samplingstandard NS-EN 1948

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7476

NILU sample number: 11/252

Customer: NIVA

Customers sample ID: Grenland

: Frierfjorden pr. 1, 15/11-10

Sample type: Torskfilet

Sample amount: 25,0 g

Total sample amount:

Concentration units: pg/g

Data files: SA273C

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) pg/g	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	0,40	74	0,40	0,40	0,40
12378-PeCDD	0,06	88	0,03	0,06	0,06
123478-HxCDD	<	92	0,00	0,00	0,00
123678-HxCDD	0,42	93	0,04	0,04	0,04
123789-HxCDD	0,18		0,02	0,02	0,02
1234678-HpCDD	0,12	97	0,00	0,00	0,00
OCDD	0,11 b	88	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD			0,49	0,52	0,52
Furanes					
2378-TCDF	1,62	94	0,16	0,16	0,16
12378/12348-PeCDF	4,80	*	0,05	0,24	0,14
23478-PeCDF	0,27	94	0,14	0,14	0,08
123478/123479-HxCDF	3,12	101	0,31	0,31	0,31
123678-HxCDF	4,95	95	0,50	0,50	0,50
123789-HxCDF	0,40	*	0,04	0,04	0,04
234678-HxCDF	0,72	91	0,07	0,07	0,07
1234678-HpCDF	1,57	93	0,02	0,02	0,02
1234789-HpCDF	0,69	*	0,01	0,01	0,01
OCDF	1,13	93	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF			1,29	1,48	1,33
SUM PCDD/PCDF			1,78	2,00	1,85
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)	1,35 b	85		0,00	0,00
344'5-TeCB (PCB-81)	0,14 b			0,00	0,00
33'44'5-PeCB (PCB-126)	3,69	89		0,37	0,37
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	2,22	97		0,02	0,07
SUM TE-PCB				0,39	0,44

TE(nordic): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the nordic model (Ahlborg et al., 1988)

TE (1998): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 1998)

TE (2005): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 2005)

<: Lower than detection limit at signal-to-noise 3 to 1

i: Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value.

This may be due to instrumental noise or/and chemical interference

b: Lower than 10 times method blank

g: Recovery is not according to NILUs quality criteria

*: Samplingstandard NS-EN 1948

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7476

NILU sample number: 11/253

Customer: NIVA

Customers sample ID: Grenland

: Frierfjorden pr. 2, 15/11-10

Sample type: Torskfilet

Sample amount: 25,0 g

Total sample amount:

Concentration units: pg/g

Data files: SA273C

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) pg/g	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	0,47	66	0,47	0,47	0,47
12378-PeCDD	0,04	82	0,02	0,04	0,04
123478-HxCDD	< 0,01	83	0,00	0,00	0,00
123678-HxCDD	0,31	83	0,03	0,03	0,03
123789-HxCDD	0,13		0,01	0,01	0,01
1234678-HpCDD	0,08	87	0,00	0,00	0,00
OCDD	0,08 b	88	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD			0,53	0,55	0,55
Furanes					
2378-TCDF	1,00	91	0,10	0,10	0,10
12378/12348-PeCDF	3,60	*	0,04	0,18	0,11
23478-PeCDF	0,18	85	0,09	0,09	0,06
123478/123479-HxCDF	2,56	92	0,26	0,26	0,26
123678-HxCDF	4,40	88	0,44	0,44	0,44
123789-HxCDF	0,37	*	0,04	0,04	0,04
234678-HxCDF	0,60	84	0,06	0,06	0,06
1234678-HpCDF	1,28	88	0,01	0,01	0,01
1234789-HpCDF	0,65	*	0,01	0,01	0,01
OCDF	0,70	90	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF			1,04	1,18	1,08
SUM PCDD/PCDF			1,57	1,73	1,63
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)	0,86 b	79		0,00	0,00
344'5-TeCB (PCB-81)	0,10 b			0,00	0,00
33'44'5-PeCB (PCB-126)	3,50	83		0,35	0,35
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	2,31	87		0,02	0,07
SUM TE-PCB				0,37	0,42

TE(nordic): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the nordic model (Ahlborg et al., 1988)

TE (1998): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 1998)

TE (2005): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 2005)

<: Lower than detection limit at signal-to-noise 3 to 1

i: Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value.

This may be due to instrumental noise or/and chemical interference

b: Lower than 10 times method blank

g: Recovery is not according to NILUs quality criteria

*: Samplingstandard NS-EN 1948

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7476

NILU sample number: 11/254

Customer: NIVA

Customers sample ID: Grenland

: Frierfjorden pr. 3, 16/11-10

Sample type: Torskfilet

Sample amount: 25,0 g

Total sample amount:

Concentration units: pg/g

Data files: SA274

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) pg/g	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	0,42	50	0,42	0,42	0,42
12378-PeCDD	0,05	60	0,03	0,05	0,05
123478-HxCDD	<	67	0,00	0,00	0,00
123678-HxCDD	0,32	70	0,03	0,03	0,03
123789-HxCDD	0,13		0,01	0,01	0,01
1234678-HpCDD	0,09	77	0,00	0,00	0,00
OCDD	0,06 b	82	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD			0,50	0,52	0,52
Furanes					
2378-TCDF	1,35	66	0,14	0,14	0,14
12378/12348-PeCDF	3,74	*	0,04	0,19	0,11
23478-PeCDF	0,27	62	0,14	0,14	0,08
123478/123479-HxCDF	2,43	65	0,24	0,24	0,24
123678-HxCDF	4,42	64	0,44	0,44	0,44
123789-HxCDF	0,42	*	0,04	0,04	0,04
234678-HxCDF	0,58	65	0,06	0,06	0,06
1234678-HpCDF	1,32	71	0,01	0,01	0,01
1234789-HpCDF	0,55	*	0,01	0,01	0,01
OCDF	0,50	84	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF			1,11	1,26	1,13
SUM PCDD/PCDF			1,61	1,79	1,66
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)	1,60 b	59		0,00	0,00
344'5-TeCB (PCB-81)	0,13 b			0,00	0,00
33'44'5-PeCB (PCB-126)	4,12	56		0,41	0,41
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	2,35	63		0,02	0,07
SUM TE-PCB				0,44	0,48

TE(nordic): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the nordic model (Ahlborg et al., 1988)

TE (1998): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 1998)

TE (2005): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 2005)

<: Lower than detection limit at signal-to-noise 3 to 1

i: Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value.

This may be due to instrumental noise or/and chemical interference

b: Lower than 10 times method blank

g: Recovery is not according to NILUs quality criteria

*: Samplingstandard NS-EN 1948

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7476

NILU sample number: 11/255

Customer: NIVA

Customers sample ID: Grenland

: Langesundsfjorden 16/11-10

Sample type: Torskfilet

Sample amount: 25,0 g

Total sample amount:

Concentration units: pg/g

Data files: SA274

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) pg/g	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	0,17	59	0,17	0,17	0,17
12378-PeCDD	0,04	76	0,02	0,04	0,04
123478-HxCDD	<	83	0,00	0,00	0,00
123678-HxCDD	0,12	85	0,01	0,01	0,01
123789-HxCDD	0,07		0,01	0,01	0,01
1234678-HpCDD	0,06	95	0,00	0,00	0,00
OCDD	0,11 b	102	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD			0,21	0,23	0,23
Furanes					
2378-TCDF	1,55	75	0,15	0,15	0,15
12378/12348-PeCDF	2,78	*	0,03	0,14	0,08
23478-PeCDF	0,13	76	0,07	0,07	0,04
123478/123479-HxCDF	0,76	82	0,08	0,08	0,08
123678-HxCDF	1,33	79	0,13	0,13	0,13
123789-HxCDF	0,17	*	0,02	0,02	0,02
234678-HxCDF	0,22	80	0,02	0,02	0,02
1234678-HpCDF	0,41	87	0,00	0,00	0,00
1234789-HpCDF	0,19	*	0,00	0,00	0,00
OCDF	0,24	100	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF			0,50	0,61	0,53
SUM PCDD/PCDF			0,72	0,84	0,76
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)	2,67	70		0,00	0,00
344'5'-TeCB (PCB-81)	0,15 b			0,00	0,00
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	1,94	67		0,19	0,19
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	0,76	75		0,01	0,02
SUM TE-PCB				0,20	0,22

TE(nordic): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the nordic model (Ahlborg et al., 1988)

TE (1998): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 1998)

TE (2005): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 2005)

<: Lower than detection limit at signal-to-noise 3 to 1

i: Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value.

This may be due to instrumental noise or/and chemical interference

b: Lower than 10 times method blank

g: Recovery is not according to NILUs quality criteria

*: Samplingstandard NS-EN 1948

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7476

NILU sample number: 11/256

Customer: NIVA

Customers sample ID: Grenland

: Jomfruland 20/11 bl.pr.

Sample type: Torskefilet

Sample amount: 25,0 g

Total sample amount:

Concentration units: pg/g

Data files: VB876

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) pg/g	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	0,02	70	0,02	0,02	0,02
12378-PeCDD	<	83	0,01	0,02	0,02
123478-HxCDD	0,01	90	0,00	0,00	0,00
123678-HxCDD	0,03	90	0,00	0,00	0,00
123789-HxCDD	0,02		0,00	0,00	0,00
1234678-HpCDD	0,03 bi	105	0,00	0,00	0,00
OCDD	0,08 b	106	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD			0,04	0,05	0,05
Furanes					
2378-TCDF	0,24	93	0,02	0,02	0,02
12378/12348-PeCDF	0,43	*	0,00	0,02	0,01
23478-PeCDF	0,03	81	0,02	0,02	0,01
123478/123479-HxCDF	0,14 i	88	0,01	0,01	0,01
123678-HxCDF	0,19	87	0,02	0,02	0,02
123789-HxCDF	0,03	*	0,00	0,00	0,00
234678-HxCDF	0,04	89	0,00	0,00	0,00
1234678-HpCDF	0,08	92	0,00	0,00	0,00
1234789-HpCDF	0,05	*	0,00	0,00	0,00
OCDF	0,06 b	106	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF			0,09	0,10	0,09
SUM PCDD/PCDF			0,13	0,16	0,14
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)	1,48	80		0,00	0,00
344'5'-TeCB (PCB-81)	0,06			0,00	0,00
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	0,65	87		0,06	0,06
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	0,20	88		0,00	0,01
SUM TE-PCB				0,07	0,07

TE(nordic): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the nordic model (Ahlborg et al., 1988)

TE (1998): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 1998)

TE (2005): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 2005)

<: Lower than detection limit at signal-to-noise 3 to 1

i: Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value.

This may be due to instrumental noise or/and chemical interference

b: Lower than 10 times method blank

g: Recovery is not according to NILUs quality criteria

*: Samplingstandard NS-EN 1948

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7476

NILU sample number: 11/257

Customer: NIVA

Customers sample ID: Grenland

: Frierfjorden, Hanner (47-5)

Sample type: Krabbesmør

Sample amount: 10,0 g

Total sample amount:

Concentration units: pg/g

Data files: VB876

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) pg/g	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	7,14	78	7,14	7,14	7,14
12378-PeCDD	33,5	73	16,8	33,5	33,5
123478-HxCDD	16,3	88	1,63	1,63	1,63
123678-HxCDD	31,0	85	3,10	3,10	3,10
123789-HxCDD	14,9		1,49	1,49	1,49
1234678-HpCDD	24,0	102	0,24	0,24	0,24
OCDD	10,7	109	0,01	0,00	0,00
SUM PCDD			30,4	47,1	47,1
Furanes					
2378-TCDF	152	93	15,2	15,2	15,2
12378/12348-PeCDF	223	*	2,23	11,1	6,69
23478-PeCDF	135	72	67,7	67,7	40,6
123478/123479-HxCDF	341	98	34,1	34,1	34,1
123678-HxCDF	191	88	19,1	19,1	19,1
123789-HxCDF	17,3	*	1,73	1,73	1,73
234678-HxCDF	47,6	89	4,76	4,76	4,76
1234678-HpCDF	289	92	2,89	2,89	2,89
1234789-HpCDF	10,8	*	0,11	0,11	0,11
OCDF	40,5	111	0,04	0,00	0,01
SUM PCDF			148	157	125
SUM PCDD/PCDF			178	204	172
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)	84,0	78		0,01	0,01
344'5-TeCB (PCB-81)	6,01			0,00	0,00
33'44'5-PeCB (PCB-126)	51,8	89		5,18	5,18
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	35,9	79		0,36	1,08
SUM TE-PCB				5,55	6,27

TE(nordic): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the nordic model (Ahlborg et al., 1988)

TE (1998): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 1998)

TE (2005): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 2005)

<: Lower than detection limit at signal-to-noise 3 to 1

i: Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value.

This may be due to instrumental noise or/and chemical interference

b: Lower than 10 times method blank

g: Recovery is not according to NILUs quality criteria

*: Samplingstandard NS-EN 1948

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7476

NILU sample number: 11/258

Customer: NIVA

Customers sample ID: Grenland

: Bjørkøybåen/Langesundsfjorden

Sample type: Krabbesmør

Sample amount: 20,0 g

Total sample amount:

Concentration units: pg/g

Data files: SA274

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) pg/g	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	12,2	75	12,2	12,2	12,2
12378-PeCDD	56,9	92	28,5	56,9	56,9
123478-HxCDD	32,1	112	3,21	3,21	3,21
123678-HxCDD	54,1	106	5,41	5,41	5,41
123789-HxCDD	26,6		2,66	2,66	2,66
1234678-HpCDD	36,1	121	0,36	0,36	0,36
OCDD	11,6	132	0,01	0,00	0,00
SUM PCDD			52,4	80,8	80,8
Furanes					
2378-TCDF	228	95	22,8	22,8	22,8
12378/12348-PeCDF	223	*	2,23	11,2	6,70
23478-PeCDF	225	93	112	112	67,4
123478/123479-HxCDF	476	125	47,6	47,6	47,6
123678-HxCDF	203	108	20,3	20,3	20,3
123789-HxCDF	22,5	*	2,25	2,25	2,25
234678-HxCDF	100	105	10,0	10,0	10,0
1234678-HpCDF	378	124	3,78	3,78	3,78
1234789-HpCDF	10,2	*	0,10	0,10	0,10
OCDF	44,4	134	0,04	0,00	0,01
SUM PCDF			221	230	181
SUM PCDD/PCDF			274	311	262
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)	177	87		0,02	0,02
344'5-TeCB (PCB-81)	11,7			0,00	0,00
33'44'5-PeCB (PCB-126)	130	82		13,0	13,0
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	81,2	90		0,81	2,44
SUM TE-PCB				13,8	15,4

TE(nordic): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the nordic model (Ahlborg et al., 1988)

TE (1998): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 1998)

TE (2005): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 2005)

<: Lower than detection limit at signal-to-noise 3 to 1

i: Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value.

This may be due to instrumental noise or/and chemical interference

b: Lower than 10 times method blank

g: Recovery is not according to NILUs quality criteria

*: Samplingstandard NS-EN 1948

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7476

NILU sample number: 11/259 B

Customer: NIVA

Customers sample ID: Grenland

: Jomfruland, Hanner

Sample type: Krabbesmør

Sample amount: 10,0 g

Total sample amount:

Concentration units: pg/g

Data files: VB876

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) pg/g	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	2,02	69	2,02	2,02	2,02
12378-PeCDD	10,3	66	5,15	10,3	10,3
123478-HxCDD	4,82	87	0,48	0,48	0,48
123678-HxCDD	10,3	85	1,03	1,03	1,03
123789-HxCDD	3,60		0,36	0,36	0,36
1234678-HpCDD	6,59	96	0,07	0,07	0,07
OCDD	4,53	109	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD			9,11	14,3	14,3
Furanes					
2378-TCDF	26,6	85	2,66	2,66	2,66
12378/12348-PeCDF	34,6	*	0,35	1,73	1,04
23478-PeCDF	27,4	72	13,7	13,7	8,22
123478/123479-HxCDF	60,6	94	6,06	6,06	6,06
123678-HxCDF	30,2	89	3,02	3,02	3,02
123789-HxCDF	3,83	*	0,38	0,38	0,38
234678-HxCDF	12,9	86	1,29	1,29	1,29
1234678-HpCDF	59,8	85	0,60	0,60	0,60
1234789-HpCDF	2,28	*	0,02	0,02	0,02
OCDF	10,5	108	0,01	0,00	0,00
SUM PCDF			28,1	29,5	23,3
SUM PCDD/PCDF			37,2	43,7	37,5
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)	121	72		0,01	0,01
344'5'-TeCB (PCB-81)	5,40			0,00	0,00
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	44,1	80		4,41	4,41
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	19,8	78		0,20	0,59
SUM TE-PCB				4,62	5,02

TE(nordic): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the nordic model (Ahlborg et al., 1988)

TE (1998): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 1998)

TE (2005): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 2005)

<: Lower than detection limit at signal-to-noise 3 to 1

i: Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value.

This may be due to instrumental noise or/and chemical interference

b: Lower than 10 times method blank

g: Recovery is not according to NILUs quality criteria

*: Samplingstandard NS-EN 1948

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7476

NILU sample number: 11/260

Customer: NIVA

Customers sample ID: Grenland

: Frierfjorden, hanner

Sample type: Krabbe, klo-kjøtt

Sample amount: 20,0 g

Total sample amount:

Concentration units: pg/g

Data files: SA274

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) pg/g	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	0,86	57	0,86	0,86	0,86
12378-PeCDD	3,72	67	1,86	3,72	3,72
123478-HxCDD	1,16	75	0,12	0,12	0,12
123678-HxCDD	1,70	72	0,17	0,17	0,17
123789-HxCDD	0,97		0,10	0,10	0,10
1234678-HpCDD	0,91	78	0,01	0,01	0,01
OCDD	0,49 b	78	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD			3,12	4,97	4,97
Furanes					
2378-TCDF	28,4	71	2,84	2,84	2,84
12378/12348-PeCDF	23,6	*	0,24	1,18	0,71
23478-PeCDF	12,4	66	6,19	6,19	3,71
123478/123479-HxCDF	24,1	76	2,41	2,41	2,41
123678-HxCDF	12,8	68	1,28	1,28	1,28
123789-HxCDF	1,31	*	0,13	0,13	0,13
234678-HxCDF	2,48	69	0,25	0,25	0,25
1234678-HpCDF	14,4	74	0,14	0,14	0,14
1234789-HpCDF	0,81	*	0,01	0,01	0,01
OCDF	4,39	71	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF			13,5	14,4	11,5
SUM PCDD/PCDF			16,6	19,4	16,5
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)	23,5	63		0,00	0,00
344'5-TeCB (PCB-81)	1,98			0,00	0,00
33'44'5-PeCB (PCB-126)	4,22	58		0,42	0,42
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	1,81	66		0,02	0,05
SUM TE-PCB				0,44	0,48

TE(nordic): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the nordic model (Ahlborg et al., 1988)

TE (1998): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 1998)

TE (2005): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 2005)

<: Lower than detection limit at signal-to-noise 3 to 1

i: Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value.

This may be due to instrumental noise or/and chemical interference

b: Lower than 10 times method blank

g: Recovery is not according to NILUs quality criteria

*: Samplingstandard NS-EN 1948

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7476

NILU sample number: 11/261

Customer: NIVA

Customers sample ID: Grenland

: Jomfruland, hanner

Sample type: Krabbe, klo-kjøtt

Sample amount: 20,1 g

Total sample amount:

Concentration units: pg/g

Data files: SA274

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) pg/g	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	0,08	67	0,08	0,08	0,08
12378-PeCDD	0,29	88	0,15	0,29	0,29
123478-HxCDD	0,10	99	0,01	0,01	0,01
123678-HxCDD	0,12	96	0,01	0,01	0,01
123789-HxCDD	0,07		0,01	0,01	0,01
1234678-HpCDD	0,08	103	0,00	0,00	0,00
OCDD	0,10 b	97	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD			0,25	0,40	0,40
Furanes					
2378-TCDF	1,60	87	0,16	0,16	0,16
12378/12348-PeCDF	1,30	*	0,01	0,06	0,04
23478-PeCDF	0,68	84	0,34	0,34	0,20
123478/123479-HxCDF	1,09	96	0,11	0,11	0,11
123678-HxCDF	0,55	88	0,06	0,06	0,06
123789-HxCDF	0,11	*	0,01	0,01	0,01
234678-HxCDF	0,15	91	0,02	0,02	0,02
1234678-HpCDF	0,79	95	0,01	0,01	0,01
1234789-HpCDF	0,08	*	0,00	0,00	0,00
OCDF	0,27	85	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF			0,71	0,76	0,60
SUM PCDD/PCDF			0,97	1,17	1,00
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)	15,0	81		0,00	0,00
344'5'-TeCB (PCB-81)	0,73			0,00	0,00
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	0,97	72		0,10	0,10
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	0,22	87		0,00	0,01
SUM TE-PCB				0,10	0,11

TE(nordic): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the nordic model (Ahlborg et al., 1988)

TE (1998): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 1998)

TE (2005): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 2005)

<: Lower than detection limit at signal-to-noise 3 to 1

i: Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value.

This may be due to instrumental noise or/and chemical interference

b: Lower than 10 times method blank

g: Recovery is not according to NILUs quality criteria

*: Samplingstandard NS-EN 1948

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7476

NILU sample number: 11/262

Customer: NIVA

Customers sample ID: Grenland

: Bjørkøybåen/Langesundsfjorden

Sample type: Krabbe, klo-kjøtt

Sample amount: 20,0 g

Total sample amount:

Concentration units: pg/g

Data files: SA274

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) pg/g	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	0,50	54	0,50	0,50	0,50
12378-PeCDD	2,39	66	1,20	2,39	2,39
123478-HxCDD	0,85	77	0,09	0,09	0,09
123678-HxCDD	1,08	71	0,11	0,11	0,11
123789-HxCDD	0,51		0,05	0,05	0,05
1234678-HpCDD	0,46	72	0,00	0,00	0,00
OCDD	0,26 b	72	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD			1,94	3,14	3,14
Furanes					
2378-TCDF	11,7	68	1,17	1,17	1,17
12378/12348-PeCDF	10,1	*	0,10	0,50	0,30
23478-PeCDF	6,19	65	3,09	3,09	1,86
123478/123479-HxCDF	10,9	72	1,09	1,09	1,09
123678-HxCDF	5,06	68	0,51	0,51	0,51
123789-HxCDF	0,77	*	0,08	0,08	0,08
234678-HxCDF	1,67	69	0,17	0,17	0,17
1234678-HpCDF	6,09	70	0,06	0,06	0,06
1234789-HpCDF	0,24	*	0,00	0,00	0,00
OCDF	1,12	64	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF			6,27	6,68	5,24
SUM PCDD/PCDF			8,21	9,81	8,37
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)	22,9	60		0,00	0,00
344'5'-TeCB (PCB-81)	1,63			0,00	0,00
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	2,62	60		0,26	0,26
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	0,94	64		0,01	0,03
SUM TE-PCB				0,27	0,29

TE(nordic): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the nordic model (Ahlborg et al., 1988)

TE (1998): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 1998)

TE (2005): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 2005)

<: Lower than detection limit at signal-to-noise 3 to 1

i: Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value.

This may be due to instrumental noise or/and chemical interference

b: Lower than 10 times method blank

g: Recovery is not according to NILUs quality criteria

*: Samplingstandard NS-EN 1948

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7476

NILU sample number: 11/263

Customer: NIVA

Customers sample ID: Grenland

: Langesundsfjorden 17/11-10

Sample type: Blåskjell

Sample amount: 40,0 g

Total sample amount:

Concentration units: pg/g

Data files: SA275

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) pg/g	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	0,28	73	0,28	0,28	0,28
12378-PeCDD	0,47	80	0,23	0,47	0,47
123478-HxCDD	0,18	79	0,02	0,02	0,02
123678-HxCDD	0,34	82	0,03	0,03	0,03
123789-HxCDD	0,19		0,02	0,02	0,02
1234678-HpCDD	0,81	92	0,01	0,01	0,01
OCDD	1,15	94	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD			0,59	0,83	0,83
Furanes					
2378-TCDF	8,15	85	0,82	0,82	0,82
12378/12348-PeCDF	2,74	*	0,03	0,14	0,08
23478-PeCDF	1,87	85	0,94	0,94	0,56
123478/123479-HxCDF	2,34	82	0,23	0,23	0,23
123678-HxCDF	1,75	75	0,18	0,18	0,18
123789-HxCDF	0,97	*	0,10	0,10	0,10
234678-HxCDF	0,40	76	0,04	0,04	0,04
1234678-HpCDF	2,75	87	0,03	0,03	0,03
1234789-HpCDF	1,40	*	0,01	0,01	0,01
OCDF	8,61	90	0,01	0,00	0,00
SUM PCDF			2,37	2,48	2,05
SUM PCDD/PCDF			2,97	3,30	2,88
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)	13,5	80		0,00	0,00
344'5-TeCB (PCB-81)	0,80			0,00	0,00
33'44'5-PeCB (PCB-126)	3,02	79		0,30	0,30
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	0,99	89		0,01	0,03
SUM TE-PCB				0,31	0,33

TE(nordic): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the nordic model (Ahlborg et al., 1988)

TE (1998): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 1998)

TE (2005): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 2005)

<: Lower than detection limit at signal-to-noise 3 to 1

i: Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value.

This may be due to instrumental noise or/and chemical interference

b: Lower than 10 times method blank

g: Recovery is not according to NILUs quality criteria

*: Samplingstandard NS-EN 1948

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7476

NILU sample number: 11/264

Customer: NIVA

Customers sample ID: Grenland

: Helgeroa 15/11-10

Sample type: Blåskjell

Sample amount: 40,0 g

Total sample amount:

Concentration units: pg/g

Data files: SA275

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) pg/g	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	0,16	54	0,16	0,16	0,16
12378-PeCDD	0,29	66	0,15	0,29	0,29
123478-HxCDD	0,16	68	0,02	0,02	0,02
123678-HxCDD	0,30	66	0,03	0,03	0,03
123789-HxCDD	0,19		0,02	0,02	0,02
1234678-HpCDD	0,87	74	0,01	0,01	0,01
OCDD	1,23	76	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD			0,39	0,53	0,53
Furanes					
2378-TCDF	5,03	62	0,50	0,50	0,50
12378/12348-PeCDF	1,57	*	0,02	0,08	0,05
23478-PeCDF	1,05	70	0,53	0,53	0,32
123478/123479-HxCDF	1,65	73	0,16	0,16	0,16
123678-HxCDF	1,41	64	0,14	0,14	0,14
123789-HxCDF	0,62	*	0,06	0,06	0,06
234678-HxCDF	0,40	66	0,04	0,04	0,04
1234678-HpCDF	2,82	71	0,03	0,03	0,03
1234789-HpCDF	1,17	*	0,01	0,01	0,01
OCDF	7,05	71	0,01	0,00	0,00
SUM PCDF			1,50	1,56	1,32
SUM PCDD/PCDF			1,89	2,09	1,85
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)	12,0	50		0,00	0,00
344'5-TeCB (PCB-81)	0,69			0,00	0,00
33'44'5-PeCB (PCB-126)	2,20	61		0,22	0,22
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	0,56	72		0,01	0,02
SUM TE-PCB				0,23	0,24

TE(nordic): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the nordic model (Ahlborg et al., 1988)

TE (1998): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 1998)

TE (2005): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 2005)

<: Lower than detection limit at signal-to-noise 3 to 1

i: Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value.

This may be due to instrumental noise or/and chemical interference

b: Lower than 10 times method blank

g: Recovery is not according to NILUs quality criteria

*: Samplingstandard NS-EN 1948

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7476

NILU sample number: 11/265

Customer: NIVA

Customers sample ID: Grenland

: Klokkearten 19/11-10

Sample type: Blåskjell

Sample amount: 40,0 g

Total sample amount:

Concentration units: pg/g

Data files: SA275B

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) pg/g	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	0,05	81	0,05	0,05	0,05
12378-PeCDD	0,13	92	0,07	0,13	0,13
123478-HxCDD	0,05	96	0,00	0,00	0,00
123678-HxCDD	0,08	92	0,01	0,01	0,01
123789-HxCDD	0,07		0,01	0,01	0,01
1234678-HpCDD	0,34	104	0,00	0,00	0,00
OCDD	0,54 b	108	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD			0,14	0,21	0,21
Furanes					
2378-TCDF	2,05	93	0,21	0,21	0,21
12378/12348-PeCDF	0,61	*	0,01	0,03	0,02
23478-PeCDF	0,44	89	0,22	0,22	0,13
123478/123479-HxCDF	0,50	93	0,05	0,05	0,05
123678-HxCDF	0,43	82	0,04	0,04	0,04
123789-HxCDF	0,21	*	0,02	0,02	0,02
234678-HxCDF	0,13	88	0,01	0,01	0,01
1234678-HpCDF	0,99	96	0,01	0,01	0,01
1234789-HpCDF	0,39	*	0,00	0,00	0,00
OCDF	2,50	110	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF			0,58	0,60	0,50
SUM PCDD/PCDF			0,72	0,81	0,71
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)	7,18	86		0,00	0,00
344'5'-TeCB (PCB-81)	0,44			0,00	0,00
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	1,16	86		0,12	0,12
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	0,27	94		0,00	0,01
SUM TE-PCB				0,12	0,12

TE(nordic): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the nordic model (Ahlborg et al., 1988)

TE (1998): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 1998)

TE (2005): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 2005)

<: Lower than detection limit at signal-to-noise 3 to 1

i: Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value.

This may be due to instrumental noise or/and chemical interference

b: Lower than 10 times method blank

g: Recovery is not according to NILUs quality criteria

*: Samplingstandard NS-EN 1948

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-7476

NILU sample number: 11/266

Customer: NIVA

Customers sample ID: Grenland

: Langesundsfjorden 15/11-10

Sample type: Ørret filet

Sample amount: 25,0 g

Total sample amount:

Concentration units: pg/g

Data files: SA275B

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) pg/g	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	0,28	79	0,28	0,28	0,28
12378-PeCDD	0,33	87	0,17	0,33	0,33
123478-HxCDD	0,02	94	0,00	0,00	0,00
123678-HxCDD	0,10	91	0,01	0,01	0,01
123789-HxCDD	0,02		0,00	0,00	0,00
1234678-HpCDD	0,03 i	102	0,00	0,00	0,00
OCDD	0,04	103	0,00	0,00	0,00
SUM PCDD			0,46	0,63	0,63
Furanes					
2378-TCDF	2,71	92	0,27	0,27	0,27
12378/12348-PeCDF	1,30	*	0,01	0,07	0,04
23478-PeCDF	1,74	85	0,87	0,87	0,52
123478/123479-HxCDF	0,52	89	0,05	0,05	0,05
123678-HxCDF	0,40	83	0,04	0,04	0,04
123789-HxCDF	0,02	*	0,00	0,00	0,00
234678-HxCDF	0,08	87	0,01	0,01	0,01
1234678-HpCDF	0,15	91	0,00	0,00	0,00
1234789-HpCDF	0,05	*	0,00	0,00	0,00
OCDF	0,13	98	0,00	0,00	0,00
SUM PCDF			1,26	1,31	0,94
SUM PCDD/PCDF			1,72	1,94	1,57
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)	7,65	86		0,00	0,00
344'5-TeCB (PCB-81)	0,49			0,00	0,00
33'44'5-PeCB (PCB-126)	2,96	85		0,30	0,30
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	0,83	91		0,01	0,02
SUM TE-PCB				0,31	0,32

TE(nordic): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the nordic model (Ahlborg et al., 1988)

TE (1998): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 1998)

TE (2005): 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 2005)

<: Lower than detection limit at signal-to-noise 3 to 1

i: Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value.

This may be due to instrumental noise or/and chemical interference

b: Lower than 10 times method blank

g: Recovery is not according to NILUs quality criteria

*: Samplingstandard NS-EN 1948

7.3 Rådata for Eurofins analyse av tinnorganiske forbindelser i prøver av organismer fra Grenlandsfjordene 2010.



NIVA
Gaustadalleen 21
0349 OSLO
Attn: Bente Lauritzen

Eurofins Norsk Miljøanalyse AS, avd. Moss
F. reg. 965 141 618 MVA
Møllebakken 50
NO-1506 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00
Fax: +47 69 27 23 40

AR-11-MM-002285-01



EUNOMO-00027727

Provmottak: 27.01.2011
vbe/Temperature
Analyseperiode: 27.01.2011-18.02.2011
Referanse: Blota, prøve 47

ANALYSERAPPORT

Prevent.: Prevetakingsdato: Prevetaker: Analysestartdato: Prevetype: Prevetekning:		439-2011-01270101 Oppdragsgiver 27.01.2011 Biologisk materiale, 47-1 Torskalever F1		439-2011-01270102 Oppdragsgiver 27.01.2011 Biologisk materiale, 47-2 Torskalever F2		439-2011-01270103 Oppdragsgiver 27.01.2011 Biologisk materiale, 47-3 Torskalever F3				
Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Enhet	Metode	LOQ
Tinnorganisk	Monobutyltin (MBT)	a) 0.8		a) 0.8		a) 0.7		µg/g	SOP-No. 03	0.3
Tinnorganisk	Dibutyltin (DBT)	a) 6.2		a) 6.2		a) 6.0		µg/g	SOP-No. 03	0.3
Tinnorganisk	Tributyltin (TBT)	a) 6.2		a) 4.9		a) 4.9		µg/g	SOP-No. 03	0.3
Tinnorganisk	Tetrabutyltin (TetraBT)	a) <0.3		a) <0.3		a) <0.3		µg/g	SOP-No. 03	0.3
Tinnorganisk	Monosetyltn (MOT)	a) <0.4		a) <0.4		a) <0.4		µg/g	SOP-No. 03	0.4
Tinnorganisk	Dioetyltn (DOT)	a) <0.4		a) <0.4		a) <0.4		µg/g	SOP-No. 03	0.4
Tinnorganisk	Trityktoheksyltin (TCH)	a) <0.3		a) <0.3		a) <0.3		µg/g	SOP-No. 03	0.3
Tinnorganisk	Monofenyltin (MPnT)	a) <0.3		a) <0.3		a) <0.3		µg/g	SOP-No. 03	0.3
Tinnorganisk	Difenyltin (DPnT)	a) 4.2		a) 2.7		a) 6.0		µg/g	SOP-No. 03	0.3
Tinnorganisk	Trifenyltin (TPnT)	a) 58.1		a) 41.3		a) 118		µg/g	SOP-No. 03	0.3

Prevent.: Prevetakingsdato: Prevetaker: Analysestartdato: Prevetype: Prevetekning:		439-2011-01270104 Oppdragsgiver 27.01.2011 Biologisk materiale, 47-4 Torskalever L		439-2011-01270105 Oppdragsgiver 27.01.2011 Biologisk materiale, 47-6 Krabbesmer F		439-2011-01270106 Oppdragsgiver 27.01.2011 Biologisk materiale, 47-6 Krabbesmer L				
Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Enhet	Metode	LOQ
Tinnorganisk	Monobutyltin (MBT)	a) <0.3		a) 4.9		a) 3.8		µg/g	SOP-Nr. 03	0.3
Tinnorganisk	Dibutyltin (DBT)	a) 3.4		a) 2.8		a) 2.0		µg/g	SOP-Nr. 03	0.3
Tinnorganisk	Tributyltin (TBT)	a) 3.7		a) 2.0		a) 0.9		µg/g	SOP-Nr. 03	0.3
Tinnorganisk	Tetrabutyltin (TetraBT)	a) <0.3		a) <0.3		a) <0.3		µg/g	SOP-Nr. 03	0.3
Tinnorganisk	Monosetyltn (MOT)	a) <0.4		a) <0.4		a) <0.4		µg/g	SOP-Nr. 03	0.4

Teaterforklaring

x : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kv

Opplysninger om målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, uanført i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Side 1 av 3



AR-11-MM-002285-01



EUNOMO-00027727

		439-2011-01270184 Oppdragsgiver 27.01.2011 Biologisk materiale, 47-4 Torskalever L	439-2011-01270185 Oppdragsgiver 27.01.2011 Biologisk materiale, 47-5 Krabbesmer F	439-2011-01270186 Oppdragsgiver 27.01.2011 Biologisk materiale, 47-6 Krabbesmer L		
Tinnorganisk	Diketylenn (DOT)	a) <0.4	a) <0.4	a) <0.4	µg/g	SOP-Nr. 03 0.4
Tinnorganisk	Trietykoleketylenn (TCH)	a) <0.3	a) <0.3	a) <0.3	µg/g	SOP-Nr. 03 0.3
Tinnorganisk	Monofenylenn (MPeT)	a) <0.3	a) <0.3	a) <0.3	µg/g	SOP-Nr. 03 0.3
Tinnorganisk	Difenylenn (DPeT)	a) 3.7	a) <0.3	a) 0.8	µg/g	SOP-Nr. 03 0.3
Tinnorganisk	Trifenylenn (TPPeT)	a) 26.3	a) 3.5	a) 12.5	µg/g	SOP-Nr. 03 0.3

Preventr.: Prevetakingdato: Prevetaker: Analysestartdato: Prevetype: Prevetekning:		439-2011-01270187 Oppdragsgiver 27.01.2011 Biologisk materiale, 47-7 Krabbesmer J								
Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Enhet	Metode	LOQ
Tinnorganisk	Monobutylenn (MBT)	a) 2.0						µg/g	SOP-No. 03	0.3
Tinnorganisk	Dibutylenn (DBT)	a) 1.3						µg/g	SOP-No. 03	0.3
Tinnorganisk	Tributylenn (TBT)	a) <0.3						µg/g	SOP-No. 03	0.3
Tinnorganisk	Tetra-butylenn (TetraBT)	a) <0.3						µg/g	SOP-No. 03	0.3
Tinnorganisk	Monoketylenn (MOT)	a) <0.4						µg/g	SOP-No. 03	0.4
Tinnorganisk	Diketylenn (DOT)	a) <0.4						µg/g	SOP-No. 03	0.4
Tinnorganisk	Triisoketaylenn (TCH)	a) <0.3						µg/g	SOP-No. 03	0.3
Tinnorganisk	Monofenylenn (MPeT)	a) <0.3						µg/g	SOP-No. 03	0.3
Tinnorganisk	Difenylenn (DPeT)	a) <0.3						µg/g	SOP-No. 03	0.3
Tinnorganisk	Trifenylenn (TPPeT)	a) 2.9						µg/g	SOP-No. 03	0.3

Utlørende laboratorium/ Underleverandør:

a) Accredited (sub-contractors) - GALAB

Kopi til:

Karin Lang-Ree (karin.lang-ree@nlva.no)

Teaterforklaring:

x : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kv

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Side 2 av 3



Moss 18.02.2011

Marianne Isebakke

.....
Marianne Isebakke

ASM

AR-11-MM-002285-01



EUNOMO-00027727

Teserklaring

x : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kv

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, uanført i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Side 3 av 3



KLIMA- OG
FORURENSNINGS-
DIREKTORATET

Klima- og forurensningsdirektoratet
Postboks 8100 Dep, 0032 Oslo
Besøksadresse: Strømsveien 96
Telefon: 22 57 34 00
Telefaks: 22 67 67 06
E-post: postmottak@klif.no
Internett: www.klif.no

Utførende institusjon Norsk institutt for vannforskning	ISBN-nummer 978-82-577-5938-4
--	----------------------------------

Oppdragstakers prosjektansvarlig Torgeir Bakke	Kontaktperson i Klima- og forurensningsdirektoratet Eli Mathisen	TA-nummer 2836/2011
		SPFO-nummer 1104/2011

	År 2011	Sidetall 65	Klima- og forurensningsdirektoratets kontraktnummer 4010012
--	------------	----------------	--

Utgiver Norsk institutt for vannforskning NIVA-rapport nr 6203-2011	Prosjektet er finansiert av Klima- og forurensningsdirektoratet, Herøya industripark (HIP), Ineos, Noretyl, Eramet Comilog
---	--

Forfatter(e) Anders Ruus, Torgeir Bakke, Birger Bjerkeng, NIVA, Halvor Knutsen, HI
Tittel - norsk og engelsk Overvåking av miljøgifter i fisk og skalldyr fra Grenlandsfjordene 2010 Monitoring of contaminants in fish and shellfish from Grenlandsfjordene 2010
Sammendrag – summary Dioksiner i torskelever fra Frierfjorden har ikke vist systematisk endring etter 2002. Det var en tilsynelatende reduksjon av dioksiner i krabbesmør samme sted 2008-2010, og dette viderefører en trend siden 1988. I Langesundsfjorden ligger dioksinnivåene for de fleste arter lavere enn det som er funnet i Frierfjorden, men nivåene har endret seg lite over de siste 10 - 15 årene. Derfor begynner forskjellene mellom de to fjordene å bli liten. Som tidligere var det en mer markert reduksjon i dioksinnivåer fra Langesundsfjorden til utenfor Langesundsbukta, enn mellom Frierfjorden og Langesundsfjorden. Ved Såstein og Jomfruland var det en økning i dioksiner i torskelever i perioden 2008-2010, slik at tendensen som helhet viser liten endring siden ca 2002. For blåskjell fra Helgeroa og Klockartangen, samt for krabbe (skallinnmat) fra Jomfruland, har det vært liten endring i dioksinnivået de siste 7 år. Man bør søke å klarlegge årsaken til vedvarende høyt dioksinnivå (sammenlignet med bakgrunn) i blåskjell fra Langesundsfjorden. Tinnorganiske forbindelser (DBT og TBT) i lever av torsk fra Frierfjorden og Langesundsfjorden viser en klar nedgang i perioden overvåkingen har pågått.

4 emneord PCDF/PCDD ("dioksiner") Non-ortho PCB Tinnorganiske forbindelser Miljøovervåking	4 subject words PCDF/PCDD ("dioxins") Non-ortho PCBs Organotin compounds Environmental monitoring
--	---



Klima- og forurensningsdirektoratet

Postboks 8100 Dep,
0032 Oslo

Besøksadresse: Strømsveien 96

Telefon: 22 57 34 00

Telefaks: 22 67 67 06

E-post: postmottak@klif.no

www.klif.no

Om Statlig program for forurensningsovervåking

Statlig program for forurensningsovervåking omfatter overvåking av forurensningsforholdene i luft og nedbør, skog, vassdrag, fjorder og havområder. Overvåkingsprogrammet dekker langsiktige undersøkelser av:

- overgjødsling
- forsuring (sur nedbør)
- ozon (ved bakken og i stratosfæren)
- klimagasser
- miljøgifter

Overvåkingsprogrammet skal gi informasjon om tilstanden og utviklingen av forurensningssituasjonen, og påvise eventuell uheldig utvikling på et tidlig tidspunkt. Programmet skal dekke myndighetenes informasjonsbehov om forurensningsforholdene, registrere virkningen av iverksatte tiltak for å redusere forurensningen, og danne grunnlag for vurdering av nye tiltak. Klima- og forurensningsdirektoratet er ansvarlig for gjennomføringen av overvåkingsprogrammet.

SPFO-rapport 1104/2011
TA-2836/2011